



INSTITUTO POLITÉCNICO
DE VIANA DO CASTELO

Rui Pedro Carvalho Fernandes Lima
APLICAÇÃO DA METODOLOGIA 6 SIGMA
às Cantinas dos Serviços de Acção Social do
Instituto Politécnico de Viana do Castelo

Mestrado em Empreendedorismo e Inovação na Indústria Alimentar

Trabalho efectuado sob a orientação de
Prof. Doutor Manuel Rui Alves
co-orientação de
Dr. Diogo Moreira

Dezembro de 2010

Os dias prósperos não vêm ao acaso; são granjeados, como as searas, com muita fadiga e com muitos intervalos de desalento.

(Camilo Castelo Branco)

Agradecimentos

Esta dissertação não traduz o esforço isolado de uma pessoa, antes constitui o resultado de várias contribuições. Assim, quero deixar aqui a esse conjunto de pessoas todo o meu reconhecimento.

Ao Professor Doutor Manuel Rui Alves, Orientador científico desta dissertação, pela sua dedicação, disponibilidade e encorajamento às respostas das minhas questões e dúvidas.

Ao Dr. Diogo Moreira, co-Orientador e Administrador dos Serviços de Acção Social do Instituto Politécnico de Viana do Castelo, pela solicitude e pela forma empenhada como me ajudou na condução do trabalho e na obtenção de dados. Mais ainda, pelo seu incentivo e confiança demonstrados.

À Professora Doutora Maria Begoña Criado, Directora do Departamento do Ciclo Básico do IPSN-CESPU. Um agradecimento muito especial. O meu mais sincero agradecimento pelo incentivo e confiança demonstrado no meu trabalho.

À Cooperativa de Ensino Superior Politécnico e Universitário (CESPU) que me proporcionou a todos os níveis todas as condições para que realizasse este trabalho.

À Dra. Juliana Almeida, colega e amiga, pela sua disponibilidade e rigor científico, preponderantes para a exatidão literária da dissertação.

A todos os colegas “Cespunianos” que me acompanharam e apoiaram.

Às minhas 2 meninas, Maria João e Maria Laura, dedico-vos este trabalho, pelas minhas ausências e pelos momentos em que só vos vi dormir.

À minha mulher por tudo. Sandra, não consigo expressar em tão breves palavras tudo o que aqui teria de escrever.

A ti.....que muito me acompanhaste em grandes noitadas de carrinhos na mão...sempre.

Aqueles senhores incansáveis da TMN...

A toda a minha família.

Sumário

Nas sociedades modernas, as empresas necessitam cada vez mais de ser competitivas. Para isso têm de aplicar metodologias que garantam uma maior rentabilidade do seu negócio. Uma das ferramentas mais usadas na optimização de processos é o 6 Sigma. O objectivo principal desta metodologia é diminuir os gastos e maximizar os lucros através de uma estratégia da definição do problema, medição e análise do processo, identificação de aspectos a melhorar e a implementação de medidas que permitam controlar toda a actividade. O objectivo desta dissertação é aplicar esta metodologia ao processo produtivo das refeições confeccionadas e servidas nas cantinas do Instituto Politécnico de Viana do Castelo (IPVC), tendo como finalidade ajustar e incrementar o desempenho das cantinas dos Serviços Acção Social (SAS) do IPVC.

Para o cumprimento dos objectivos realizou-se um *Balanced Scorecard* para avaliar a situação empresarial dos SAS. Depois de devidamente analisado o problema, foi alterado o processo produtivo com incidência na componente tecnológica de embalagem em atmosfera modificada (MAP). Esta alteração do processamento foi efectuada durante uma semana e acompanhada pelo respectivo controlo que foi assegurado não só através da monitorização dos gases da embalagem, como também através da realização de diversas análises microbiológicas das refeições preparadas. A componente de análise sensorial foi efectuada utilizando um painel treinado através da adaptação à metodologia *scoring*. As refeições foram classificadas quanto ao aspecto geral, textura ao toque e corte como bom ou muito bom (4 ou 5) por 100% dos avaliadores. Também não foram detectados defeitos significativos no prato pelos avaliadores quando a constituição dos gases da embalagem é devidamente controlada. O agrado pela alteração da metodologia foi corroborado pelos clientes na medida em que a avaliação sensorial que também fizeram ao prato antes da alteração do processo e durante a semana experimental não teve variação significativa.

Prevê-se que com a aplicação da alteração tecnológica proposta e de acordo com os pressupostos mencionados durante o trabalho haja um ganho anual de € 14.997,03.

Abstract

In modern societies, companies need to be more competitive. For this, they must apply methodologies that increase the business profitability. One of the most used tools in the process optimization is 6 Sigma. The main goal of 6 sigma is to reduce costs and maximize profits through a strategy of problem definition, measurement and process analysis, identifying areas for improvement and implement measures to monitor all activity. The aim of this work is to apply this methodology to the production process of the meals prepared and served in the canteens of the Polytechnic Institute of Viana do Castelo (IPVC), with the purpose to adjust and improve the performance of the canteens of Social Services (SAS) IPVC.

In fulfilling the objectives held a Balanced Scorecard to assess the business situation of SAS. After due consideration of the problem has changed the production process with a focus on technological component of modified atmosphere packaging (MAP). This change in processing was carried out for a week and monitored by the control that was provided not only by monitoring the gas container, but also through the implementation of various microbiological analysis of prepared meals. The sensory component analysis was performed using a trained panel by adjusting the scoring methodology, was classified according to general appearance and texture to the touch and cut good or very good (4 or 5) by 100% of evaluators. Nor was any significant defects in the plate by the assessors when the constitution of the gases the package is properly controlled. The welcome by the change in methodology was corroborated by customers in that the sensory evaluation that also made the dish before the change process and during the experimental week had no significant change. It is expected that with the application of technological change proposal and according to the assumptions mentioned at work there is an annual gain of € 14,997.03.

Simbologia e Notações

ASQ	American Society for Quality
BSC	Balanced Scorecard
Cpk	Índice de Capacidade do Processo
CTQ	Critical to Quality – Critico para a Qualidade
DFSS	Design For Six Sigma
DMAIC	Define, Measure, Analyze, Improve and Control – Definição, Medição, Análise, Melhoria e Controlo
DOE	Design Of Experiments – Desenho de Experiencias
DPMO	Defects Per Million Opportunities – Defeitos por Milhão de Oportunidades
ESS	Escola Superior de Saúde
ESTG	Escola Superior de Tecnologia e Gestão
FMEA	Failure Mode and Effects Analysis – Análise do Modo de Falhas e seus Efeitos
IPVC	Instituto Politécnico de Viana do Castelo
ISO	International Organization for Standardization – Organização Internacional de Normalização
MAP	Modified atmosphere package (embalamento em atmosfera modificada)
RACI	trabalha nas 2 primeiras semanas de Novembro – Responsável, Executor, Consultado e Informado
SAS	Serviços de Acção Social
SIPOC	Suppliers, Input, Process, Output, Customers – Fornecedor, entrada, processo, saída, Cliente
SWOT	Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats – Fortes, Fracos, Oportunidades, ameaças
VOC	Voice Of the Customer – Voz do Cliente
σ	Sigma

Índice Geral

AGRADECIMENTOS	i
SUMÁRIO	iii
ABSTRACT	iv
SIMBOLOGIA E NOTAÇÕES	v
ÍNDICE GERAL	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ÍNDICE DE TABELAS	x
ÍNDICE DE QUADROS	xii
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 OBJECTIVOS DA DISSERTAÇÃO	3
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
2.1 QUALIDADE	4
2.1.1 6 Sigma	6
2.1.2 Ferramentas da qualidade	17
2.2 ENGENHARIA E TECNOLOGIA ALIMENTAR	18
2.2.1 Tecnologia da Embalagem	18
2.2.2 Microbiologia alimentar na confecção	20
2.2.3 Análise sensorial	23
3 MATERIAIS E MÉTODOS	26
3.1 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS	26
3.1.1 Elaboração da suspensão – mãe e diluições decimais	26
3.1.2 Contagem de Mesófilos a 30°C – Alimentos	26
3.1.3 Contagem de Bactérias Coliformes a 30°C	27
3.1.4 Contagem de Escherichia coli de β glucuronidase +	27
3.1.5 Detecção de Salmonella sp. pelo método horizontal	28
3.1.6 Contagem de Estafilococos coagulase positiva	28
3.1.7 Pesquisa de esporos de Clostrídios sulfito-redutores	29
3.1.8 Contagem de Bolores e Leveduras a 25°C e 37°C	30
3.1.9 Detecção de Listeria monocytogenes	30
3.1.10 Contagem de Bacillus cereus a 30°C	31

3.2	EMBALAMENTO DAS REFEIÇÕES.	31
3.3	MEDIÇÃO DO TEOR DE GASES NA EMBALAGEM.	32
3.4	ANÁLISE SENSORIAL	34
3.5	FERRAMENTAS DA QUALIDADE	36
3.5.1	Balanced Scorecard	36
3.5.2	Análise SWOT	37
3.5.3	Diagrama de Gantt	37
3.5.4	Ficha do Projecto	37
3.5.5	FMEA (Failure Mode and Effect Analysis)	39
3.5.6	Matriz RACI	39
3.5.7	SIPOC	40
3.5.8	DMAIC	41
4	RESULTADOS	43
4.1	DEFINIÇÃO	47
4.1.1	Definição do problema (Problem Statements)	47
4.1.2	Definição do objectives (Goal Statements)	48
4.1.3	Criação de indicadores Chave	48
4.1.4	SIPOC do Processo	49
4.1.5	Planeamento do Projecto	51
4.2	MEDIÇÃO	57
4.3	ANÁLISE	64
4.3.1	Cálculo dos KPI	66
4.4	MELHORIA	68
4.4.1	Scale Up	68
4.4.2	Cálculo do Proveito	78
4.4.3	Controlo do processo produtivo	81
4.4.4	Cálculo dos KPI	86
4.1	CONTROLO	87
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	90
6	BIBLIOGRAFIA	93

Índice de Figuras

FIGURA 2-1 - DEFINIÇÃO DOS REQUISITOS CRÍTICOS DOS CLIENTES	12
FIGURA 2-2 - LINHAS DE ORIENTAÇÃO NA IMPLEMENTAÇÃO DO MÉTODO DMAIC DA METODOLOGIA 6 SIGMA SEGUNDO PYZDEK (2003).	14
FIGURA 3-1 - MÁQUINA DE VÁCUO PARA INDÚSTRIA ALIMENTAR COM INJEÇÃO DE GÁS ATLANTIS 1020	32
FIGURA 3-2 - INTRODUÇÃO DO SENSOR NA EMBALAGEM (ADAPTADO DO MANUAL DE INSTRUÇÕES DO EQUIPAMENTO)	33
FIGURA 3-3 - DISPLAY DO CHECKMATE3 (ADAPTADO DO MANUAL DE INSTRUÇÕES DO EQUIPAMENTO)	33
FIGURA 4-1 - ANÁLISE SWOT DAS CANTINAS DOS SAS DO IPVC	46
FIGURA 4-2 - NÚMERO DE REFEIÇÕES SERVIDAS EM 2009 POR UNIDADE ALIMENTAR COM INDICAÇÃO PERCENTUAL	58
FIGURA 4-3 - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO NÚMERO DE REFEIÇÕES NAS UNIDADES POR MÊS EM 2009	60
FIGURA 4-4 - EVOLUÇÃO DOS CUSTOS COM INDICAÇÃO PERCENTUAL	64
FIGURA 4-5 - CUSTOS COM PESSOAL	65
FIGURA 4-6 - DESPESAS C/ GÉNEROS ALIMENTARES E REFEIÇÕES CONFECCIONADAS	66
FIGURA 4-7 - RESULTADOS DO TESTE FEITO AOS CONSUMIDORES DURANTE O PERÍODO DE ACÇÃO	80
FIGURA 4-8 - GRÁFICO REPRESENTATIVO DA MONITORIZAÇÃO DA CONSTITUIÇÃO DOS GASES PRESENTES NA EMBALAGEM AQUANDO DA RESPECTIVA ABERTURA	83
FIGURA 4-9 - GRÁFICO REPRESENTATIVO DO TESTE DE SCORING DO PAINEL DE ANÁLISE SENSORIAL ÀS 5 REFEIÇÕES SERVIDAS	84

Índice de Tabelas

TABELA 2-1 - EVOLUÇÃO DA METODOLOGIA 6 SIGMA	8
TABELA 2-2 - NÍVEL SIGMA DE CURTO PRAZO VS. DPMO NUM PROCESSO COMPOSTO POR 1 COMPONENTE	9
TABELA 2-3 - LIMITES MÁXIMO ESTABELECIDOS RELATIVOS AOS MICRORGANISMOS INDICADORES	23
TABELA 3-1 - CARACTERÍSTICAS DA CLASSIFICAÇÃO A ATRIBUIR À REFEIÇÃO	36
TABELA 4-1 - NÚMERO DE REFEIÇÕES SERVIDAS POR UNIDADE ALIMENTAR ENTRE OS ANOS DE 2004 A 2009 NAS DIFERENTES ESCOLAS.	57
TABELA 4-2 – NÚMERO DE REFEIÇÕES SERVIDAS POR UNIDADE ALIMENTAR EM 2009	59
TABELA 4-3 - MONITORIZAÇÃO DO DESEMPENHO	62
TABELA 4-4 - MONITORIZAÇÃO DA CONSTITUIÇÃO DOS GASES PRESENTES NA EMBALAGEM NO ENSAIO PILOTO	72
TABELA 4-5 - RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS DAS REFEIÇÕES NO ENSAIO PILOTO	72
TABELA 4-6 - NÚMERO DE REFEIÇÕES SERVIDAS NOS DIFERENTES REFEITÓRIOS DOS SAS NAS SEMANAS I E II	75
TABELA 4-7 - DATAS DE PRODUÇÃO VS APRESENTAÇÃO DA REFEIÇÃO	75
TABELA 4-8 - PRODUÇÃO NA CANTINA CENTRAL NAS 2 PRIMEIRAS SEMANAS DE NOVEMBRO	76
TABELA 4-9 - PROJECCÃO DE CUSTOS E BENEFÍCIOS NO INCREMENTO DA PRODUÇÃO DA CANTINA CENTRAL	78
TABELA 4-10 - RESULTADOS DO TESTE FEITO AOS CONSUMIDORES DURANTE O PERÍODO DE ACÇÃO	79
TABELA 4-11 - MONITORIZAÇÃO DA CONSTITUIÇÃO DOS GASES PRESENTES NA EMBALAGEM AQUANDO A RESPECTIVA ABERTURA	81
TABELA 4-12 - RESULTADOS DO TESTE DE SCORING DO PAINEL DE ANÁLISE SENSORIAL ÀS 5 REFEIÇÕES SERVIDAS	82
TABELA 4 -13 DEFEITOS PERCEBIDOS PELO PAINEL COM A RESPECTIVA FREQUÊNCIA ABSOLUTA	82
TABELA 4 -14 - RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS DAS REFEIÇÕES EM T_0 E T_1	85

Índice de Quadros

QUADRO 4.1 - BALANCED SCORECARD	44
QUADRO 4.2 - SIPOC DO PROCESSO	50
QUADRO 4.3 – FICHA DO PROJECTO	52
QUADRO 4.4 - MATRIZ RACI	54
QUADRO 4.5 - DIAGRAMA DE <i>GANTT</i>	56
QUADRO 4.6 - INDICADORES FINANCEIROS DA CANTINA DOS SAS DO IPVC NO ANO DE 2009	61
QUADRO 4.7 - FLUXOGRAMA DO PROCESSO, INCLUINDO A COMPONENTE RELATIVA À CONSERVAÇÃO EM MAP	69
QUADRO 4.8 - FMEA RELATIVO À MODIFICAÇÃO INSERIDA NO PROCESSO	71
QUADRO 4.9 - CONTEÚDOS DO MÓDULO DE FORMAÇÃO	73

1 Introdução

Qualidade é o que todos os clientes pretendem quando adquirem produtos ou serviços a determinada entidade. Para que os produtos ou serviços adquiridos satisfaçam as exigências do consumidor é necessário que as organizações os disponibilizem com determinadas propriedades, de forma a permitir realizar as suas funções especificadas. É com este princípio que, cada vez mais, as empresas portuguesas devem apostar na melhoria dos seus processos de forma a adquirirem uma vantagem competitiva em relação à concorrência nacional e internacional.

A crescente competição entre as empresas e o elevado grau de exigência dos mercados em que estas se inserem tornam imprescindível, nos dias de hoje, a reflexão sobre novas problemáticas no domínio da gestão das organizações. Estas necessitam, para poderem ser bem sucedidas, de definir um rumo orientador das suas actividades e de avaliar em que medida estão a prosseguir essa linha de orientação, a fim de tomarem as medidas correctivas necessárias. Para o conseguirem não basta avaliar o desempenho financeiro. Efectivamente são os factores intangíveis e não-financeiros, no contexto económico actual, que garantem a sustentabilidade da capacidade competitiva das organizações.

Embora os Serviços de Acção Social (SAS) do Instituto Politécnico de Viana do Castelo tenham vindo a desenvolver um esforço para a aplicação de modelos de gestão modernos e eficazes apropriados à envolvência e dinâmica em que estão inseridos, a metodologia 6 Sigma pode apresentar uma evolução significativa visto que está consolidada no mundo dos negócios e possibilita grandes conquistas às empresas. Segundo Smith e Adams (2000) é um método que se concentra não só na diminuição ou eliminação da incidência de erros, defeitos e falhas num processo, mas também na redução da variabilidade do processo.

A metodologia 6 Sigma seguida na investigação e análise deste projecto está de acordo e segue os objectivos de cada fase do DMAIC (acrónimo de *Define, Measure, Analyse, Improve, Check*) segundo a *American Society for Quality* (ASQ).

1.1 Objectivos da dissertação

O objectivo geral desta dissertação é a aplicação da metodologia 6 sigma às cantinas dos SAS do IPVC, sendo que objectivos específicos são:

- Contribuir para a racionalização de métodos de fabrico;
- Diminuir o impacto da flutuação dos utilizadores da cantina;
- Permitir o serviço refeições com qualidade e segurança alimentar em diferentes pólos dos SAS geograficamente distantes;
- Diminuir o impacto da flutuação da disponibilidade dos recursos humanos afectos ao serviço de cantinas dos SAS.

2 Revisão bibliográfica

Este capítulo tem como objectivo a realização do enquadramento teórico que servirá de suporte no decorrer da dissertação. Numa primeira fase, entre outras ferramentas da qualidade, serão abordados conceitos ligados à qualidade e à metodologia 6 Sigma. Numa segunda fase serão abordados conceitos referentes à engenharia e tecnologia alimentar, nomeadamente relacionados com a tecnologia de embalagem, técnicas de controlo da qualidade sensorial e técnicas de análise microbiológica.

2.1 Qualidade

A qualidade pode ser definida como “conformidade com os requisitos” juntamente com o lema “fazer bem à primeira” e com o objectivo pela procura dos “zero defeitos” (Beckford, 2002).

O Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ), baseado nos padrões da *International Standard Organization* (ISO), ou outros de reconhecimento internacional, é normalmente descrito de forma genérica, devido à sua ampla abrangência nas áreas de aplicação, tornando necessária a obtenção de informações complementares e específicas para determinadas áreas.

A definição de “qualidade” é ainda complementada como o “grau de satisfação do cliente” (Deming, 2000).

Segundo Juran e Godfrey (2000) “a qualidade não acontece por acidente, tem de ser planeada”, presumindo assim que a gestão é a chave para ir ao encontro da qualidade através do planeamento, controlo e melhoria, “Trilogia de Juran” .

O relacionamento da qualidade com o custo foi baseado no sistema de controlo do processo de produção, em que a qualidade é um processo global que abrange toda a organização e o objectivo é satisfazer as necessidades do cliente ao mais baixo custo (Montgomery, 2001).

A implementação do SGQ promove nas empresas uma melhor organização das actividades e introduz métodos de trabalho mais eficientes, através da sistematização das actividades (Malmfors, Marco & Savolainen 2004).

Segundo Deming (2000) a qualidade é um processo de “melhoria contínua”, baseado no conhecimento próprio do processo e da sociedade, em que a avaliação do processo ou das actividades deve ser sustentada com base científica e não baseada na experiencia empírica.

De acordo com Mello, Silva, Turrioni e Souza (2002) é nas pequenas organizações que os SGQ se apresentam mais insipientes, na medida em que a operacionalização das actividades está na cabeça das pessoas e na maioria das vezes não está documentada em função da quantidade de pessoas envolvidas. Por outro lado, nas pequenas organizações, a facilidade do acompanhamento das actividades vai auxiliar a garantia da qualidade, sem inviabilizar para estas situações o SGQ. Quanto maior a organização, mais pessoas estão envolvidas, portanto maior é a possibilidade de existirem procedimentos, instruções e registos documentados, para conduzir as actividades.

Segundo Barbêdo, Turrioni e Quete (2003) a implementação de SGQ é importante para pequenas e grandes organizações. Os autores estabelecem que as estruturas maiores exigem que os procedimentos sejam cumpridos, em função da inviabilidade de acompanhar as actividades, tornando imprescindível a implementação do SGQ.

A melhoria contínua é um instrumento de gestão que as empresas utilizam para melhorar os seus produtos e processos e com isso manterem-se competitivas.

Vários autores, como Shiba, Graham e Walden (1997), Imai (1986), e Upton (1998) apresentaram a melhoria contínua em diferentes aspectos, como conceitos, filosofias, técnicas e ferramentas. Também os referenciais normativos ISO abordam a melhoria contínua do desempenho global de uma organização, sendo considerado um requisito fundamental da ISO 9001.

2.1.1 6 Sigma

No ambiente competitivo em que as empresas convivem, diferenciar-se da concorrência e alcançar um desempenho superior é a regra para a sobrevivência. Diante de tal situação, eliminar desperdícios, adoptar tecnologias avançadas, desenvolver novos produtos, envolver os colaboradores e procurar a melhoria contínua dos processos de produção tornaram-se a base da sustentação dos negócios. Neste contexto, as empresas que desejam manter-se à frente da concorrência, devem esforçar-se para conseguir a gestão eficaz dos seus recursos, para sustentar a sua posição no mercado. Devem implementar acções que possibilitem a análise dos processos e a busca das melhorias de desempenho.

O departamento da qualidade da Motorola, que estava a trabalhar numa placa de circuitos denominada por “*Bay Station Board*”, verificou que este produto tinha tido uma grande taxa de defeitos, maior do que se pretendia. Cedo compreendeu que, apesar da placa ter sido construída com extremo cuidado, o resultado tinha sido uma acumulação de pequenos erros ocorridos nas diversas fases do processo de produção. Assim, para oferecer aos consumidores produtos com alta qualidade, era necessário eliminar as fontes destes defeitos. O mesmo departamento também compreendeu a necessidade da definição de métricas *padrão* para a qualidade, para usar em todo o processo de produção, de forma a medir o seu desempenho. Assim, em 1985, a Motorola decidiu promover a noção de 6 Sigma como uma metodologia para a redução drástica de defeitos. Sigma representa a

variabilidade do processo, nome que deriva do desvio padrão (em inglês *standard deviation*) (Reynard, 2007).

Podemos encontrar muitas definições para 6 Sigma. O "Financial Times" define a iniciativa 6 Sigma como "um programa que visa a eliminação de defeitos perto de cada processo, produto e transacção." É basicamente um conjunto de métodos comprovados que ajudam as pessoas na organização do seu negócio de forma mais eficiente e rentável. 6 Sigma é uma filosofia de gestão que enfatiza a definição de objectivos, recolhendo dados e analisando os resultados como forma de reduzir os defeitos em produtos e serviços (Pande, 2001).

A definição de 6 Sigma pode ser complicada, uma vez que representa uma metodologia que envolve a resolução de problemas, focalização na optimização e mudança cultural. A variedade de definições da metodologia 6 Sigma deve-se à sua evolução história, sendo que muitos autores defendem a existência de três fases ou gerações.

Em 1995 a General Electric (GE) adoptou a filosofia 6 Sigma como um sistema de gestão. Para além da simples eliminação de defeitos e redução da variabilidade dos processos, houve uma preocupação de reduzir custos e melhorar resultados. Dados os bons resultados obtidos, a GE alargou a metodologia às fases de concepção e desenvolvimento dos produtos/serviços, de forma a prevenir fragilidades estruturais. Surgiu então o DFSS (*Design For Six Sigma*).

Já no Século XXI, na DuPont, inicia-se uma nova geração do 6 Sigma. Esta empresa, em 2002, adicionou ao 6 Sigma uma perspectiva fundamentalmente estratégica, que consistiu na criação de valor para outros membros que anteriormente não eram abordados no decorrer da metodologia. A principal alteração efectuada foi o alargamento da criação de valor a todos os *stakeholders* (fornecedores, clientes, accionistas, etc.). Este 6 Sigma de última "geração"

continua em evolução, sendo já corrente a sua ligação a outras metodologias, como é o caso do *Lean*.

Sinteticamente apresenta-se em resumo a sequência das 3 gerações da metodologia 6 Sigma (Tabela 2-1).

Tabela 2-1 - Evolução da metodologia 6 Sigma

Fonte: (Marques et al, 2006)

Gerações do 6 Sigma			
	Geração 1 (SSG1)	Geração 2 (SSG2)	Geração 3 (SSG3)
Período	1986 – 1993	1994 – 2001	2002 – Presente
Origem	Motorola	ABB, Allied Signal e GE	DuPont
Enfoque	Minimização do número de defeitos do produto e da variabilidade dos processos	Redução de custos e aumento da produtividade e da eficiência	Criação de valor e oportunidade para inovar
Conceito	Metodologia de melhoria de qualidade	SGQ	Sistema estratégico Gestão
Áreas aplicáveis	Produção e montagem	SSG1 + actividades de suporte mais serviços + concepção e desenvolvimento de entidades (produção, serviços, processos)	SSG2 + todas as áreas da organização e de negócio (actividades de inovação, marketing, planeamento estratégico, desenvolvimento sustentável, etc.)

Segundo Smith e Adams (2000), 6 Sigma é uma metodologia que está consolidada no mundo dos negócios e possibilita grandes conquistas às empresas. Uma metodologia que se concentra na diminuição ou eliminação da incidência de erros, defeitos e falhas num determinado processo.

A metodologia 6 Sigma visa também a redução da variabilidade do processo que pode ser aplicada à maioria dos sectores da actividade económica (Smith & Adams, 2000).

Em termos estatísticos (Montgomery, 2001), a variabilidade é representada pelo desvio-padrão, que por sua vez é representado pela letra Grega σ (Sigma). Um processo caracterizado por uma Distribuição Normal com os limites de especificação, superior e inferior a distar 3 desvios-padrão, ou seja 3σ a partir da média, possui uma probabilidade de 99,73% de produzir “bons produtos”, correspondendo 2700 defeitos por milhão de oportunidades (DPMO), sendo estes valores referentes ao nível Sigma de curto prazo curto.

A metodologia associa um rigoroso enfoque estatístico a uma série de ferramentas que são empregues com o objectivo de caracterizar as fontes da variabilidade para demonstrar como esse conhecimento pode controlar e aperfeiçoar os resultados de todo o processo (Watson, 2001).

À medida que o processo é controlado, reduz-se a variabilidade, isto é, reduzindo o desvio padrão. Assim os limites de especificação ao se distanciarem-se mais da média do processo, a probabilidade de produzir produtos conformes aumenta, como é confirmado pela Tabela 2-2.

Tabela 2-2 - Nível Sigma de curto prazo Vs. DPMO num processo composto por 1 componente

Limite de Especificação	Percentagem/Probabilidade de produção conforme	DPMO
± 1 Sigma	68,27%	691 000
± 2 Sigma	95,45%	309 000
± 3 Sigma	99,73%	66 800
± 4 Sigma	99,9937%	6 210
± 4.5 Sigma	99.865%	1 350
± 5 Sigma	99,999943%	233
± 6 Sigma	99,9999998%	3.4

A ideia chave da metodologia 6 Sigma é a de que se podemos medir quantos "defeitos" temos num processo, então podemos sistematicamente perceber como eliminar esses defeitos e chegar o mais possível perto dos "zero defeitos". Trata-se, portanto, de uma metodologia que se concentra na prevenção de defeitos através da utilização de ferramentas estatísticas (ao contrário da detecção de defeitos, através da inspecção), sendo aplicável a qualquer processo e não apenas àqueles que envolvem produtos e materiais tangíveis.

Podemos perceber como o 6 Sigma mede a Qualidade, através da comparação com o modelo tradicional:

Um processo trabalha sempre com uma média (μ) e um desvio padrão (σ) associados. No paradigma tradicional, um processo é definido como capaz se a variação natural, mais ou menos 3 Sigma, for inferior à tolerância de especificação, definida pelo projecto. Assumindo a normalidade, este nível de qualidade (3 Sigma) leva a um rendimento de 99,73%, ou seja, um processo que opera a este nível produz 2700 partes por milhão de defeituosas.

Se se reduzir a variabilidade do processo para metade, mantendo os limites de especificação, estes limites passam a corresponder a $\mu \pm 6\sigma$. Por outras palavras, a conformidade 6 Sigma significa que um produto, um processo ou um serviço é 99.999999998% livre de defeitos, ou seja, para atingir a qualidade 6 Sigma um processo deve produzir, no máximo 3,4DPMO. Uma oportunidade é definida como uma hipótese para não conformidade ou não cumprimento das especificações requeridas. Significa isto que é necessário estarmos perto da ausência de defeitos na execução dos nossos processos chave. Quanto maior Sigma, menos defeitos, ou seja, quanto maior a variabilidade no processo, maior a probabilidade de ocorrerem defeitos. No entanto, com o decorrer do tempo, o processo tradicional que entretanto passou a trabalhar com um nível 6 sigma tende a desafinar, e, por alteração da média ou diminuição do desvio padrão, passa normalmente a operar com um nível sigma de 4,5, isto é, passa a produzir 1350 DPMO.

A selecção de projectos 6 Sigma é um factor vital para ganhar a aceitação desta filosofia por parte dos administradores e colaboradores da organização, sendo essencial ter em consideração quatro importantes indicadores referidos como Voz do Cliente (*Voice of Customer -VOC*):

- Voz do cliente;
- Voz do negócio;
- Voz do processo;
- Voz dos Stakeholders.

A implementação de bons projectos 6 Sigma implica o reconhecimento do problema, sendo extremamente importante para a organização em termos de custos, qualidade e satisfação do cliente. Tal como no SGQ, outro aspecto importante é a aprovação e o apoio por parte dos gestores de topo. Existe a necessidade de definir objectivos sucintos, mensuráveis, possíveis de alcançar e que possam ser completados dentro do tempo pré-definido. Este tipo de projectos tem tipicamente uma duração de 6 meses, uma vez que projectos demasiado extensos implicam maiores custos associados à sua implementação, frustração entre os colaboradores devido à falta de progresso, deslocação desnecessária de mão-de-obra de outras áreas da organização e um impacto financeiro negativo nas receitas, além de poderem conduzir a projectos desfocados. Por fim, é necessário definir indicadores quantitativos de sucesso, que possam ser mensuráveis antes e após a conclusão do projecto, com o intuito de “medir” a melhoria alcançada (Antony, J., Antony, F., Kumar & Cho, 2007).

2.1.1.1 Implementação da metodologia 6 Sigma

Segundo Park (2003) para um projecto ser devidamente implementado numa organização, é fundamental existirem cinco elementos estratégicos:

- Compromisso com a gestão de topo;
- Programa de formação;
- Equipa de projectos;
- Sistemas de medição
- Envolvimento dos *Stakeholders*.

O conceito que assegura o desempenho 6 Sigma é a utilização da metodologia do processo de melhoria, mais conhecida como DMAIC (*Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar*). A Figura 2-1 ilustra o estágio da definição dos requisitos dos clientes.

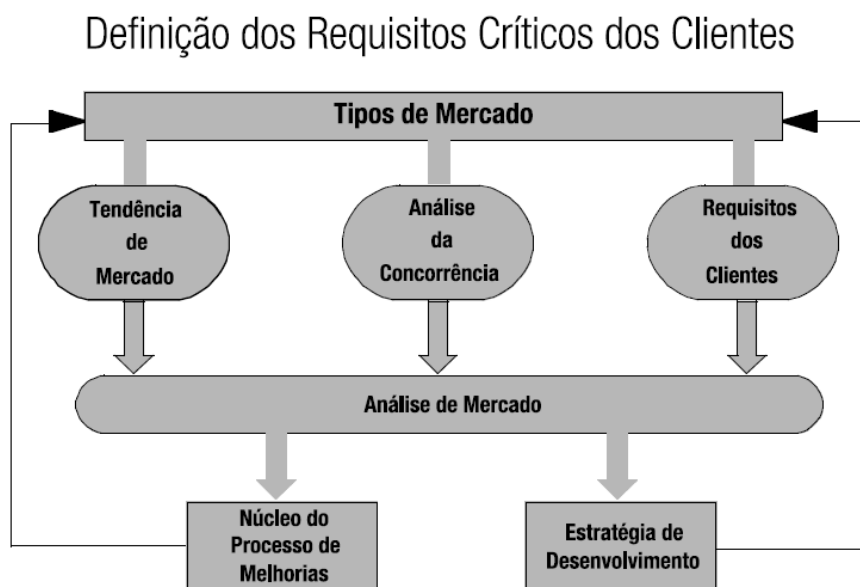


Figura 2-1 Definição dos requisitos críticos dos clientes.

Fonte: (Blakeslee Jr., 1999)

Segundo Harry e Schroeder (2000), o método DMAIC é utilizado para melhorar processos existentes.

Sendo a metodologia DMAIC aparentemente sequencial e sem espaço para discussão, há opiniões divergentes quanto à fase de introdução de algumas ferramentas. Para Feng e Kapur (2007), a determinação dos factores críticos para a qualidade (CTQ) deve ser realizada na fase de Definição, em vez de ser na fase de Medição. Esta divergência não põe em causa o resultado final dos projectos, uma vez que as acções que as antecedem e lhe sucedem se encontram sequenciadas. Na perspectiva de Antony (2006), a implementação das acções de melhoria deve ser da exclusiva responsabilidade da fase de Controlo, ao invés de ser realizada na fase de Melhoria. A implementação das acções de melhoria pode acontecer em qualquer uma das fases, caso a identificação e priorização das potenciais soluções já tenha acontecido na fase de Melhoria. Assim pode dizer-se que existem muitas perspectivas sobre o DMAIC, mas o importante é que a realização das principais acções aconteça de uma forma sequenciada, lógica e de acordo com o âmbito do projecto.

A metodologia apresenta *per si* um caminho traçado que orienta o executante. São apresentadas na Figura 2-2 as linhas de orientação na implementação do método DMAIC na metodologia 6 Sigma, de acordo com Pyzdek (2003).

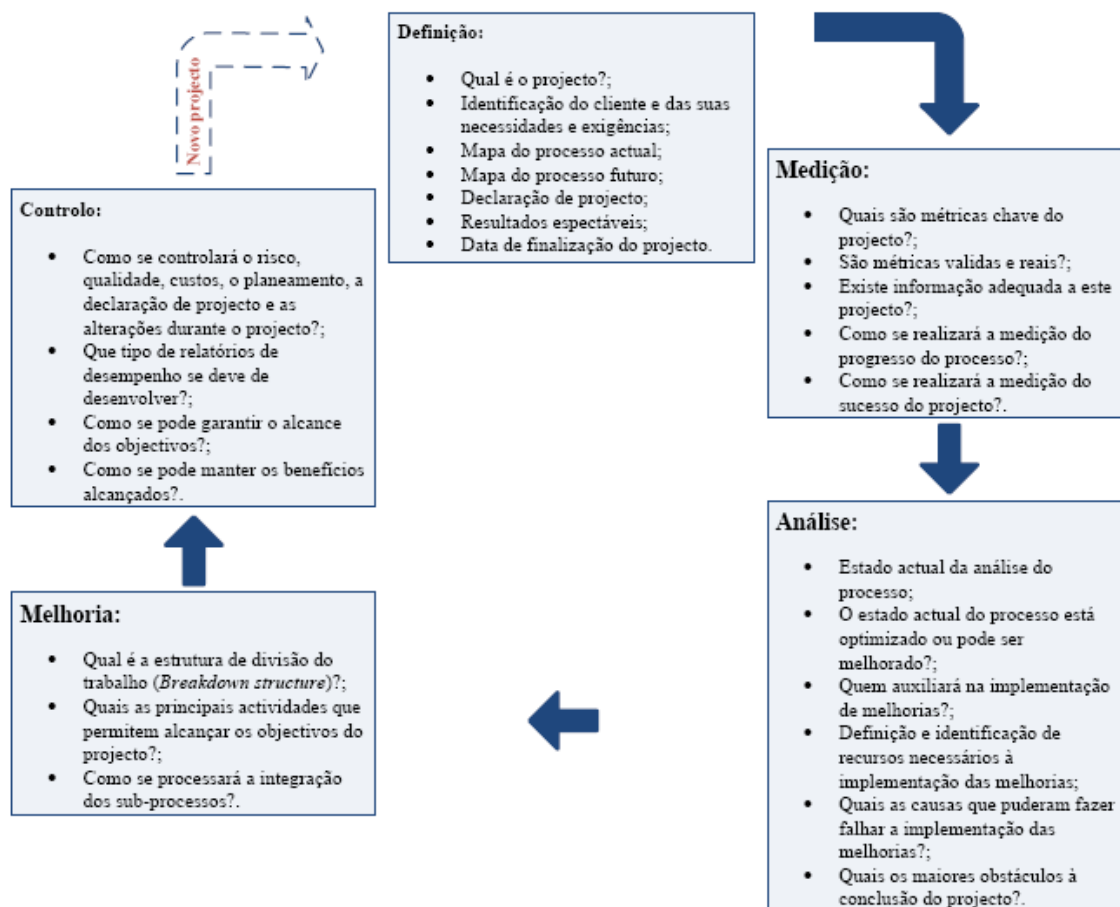


Figura 2-2 - Linhas de orientação na implementação do método DMAIC da metodologia 6 Sigma segundo Pyzdek (2003).

2.1.1.2 A organização dos recursos humanos no 6 Sigma

A implementação de projectos 6 Sigma numa organização pressupõe a existência de uma estrutura organizada de colaboradores, especializados nas ferramentas da qualidade e na própria metodologia 6 Sigma. Esta estrutura hierárquica é uma característica fundamental da metodologia, pois permite garantir a atribuição organizada de recursos às diversas actividades de melhoria de desempenho.

A estrutura pode ser composta por *Sponsor*, *Champion*, *Black Belt*, *Leader* e *Team Member*.

Sponsor:

Um Patrocinador de um projecto 6 Sigma (*Sponsor*) é um executivo sénior, responsável por uma área ou processo da organização comprometendo-se profundamente com o projecto uma vez que é o colaborador que mais beneficia com o sucesso do projecto.

Champion:

A função deste elemento prende-se com a gestão do projecto, já que as suas capacidades e conhecimentos da metodologia e das ferramentas auxiliam na progressão do projecto e no seu sucesso.

Black Belt:

A execução dos diversos projectos de melhoria e concepção de produtos/serviços ou processos são da responsabilidade do *Black Belt*, para além de orientar e liderar a equipa de trabalho. Este, deve também possuir conhecimentos da metodologia 6 Sigma e respectivas ferramentas, devendo ter experiência nas suas aplicações e sentir-se à vontade com o uso da base de dados, métodos estatísticos e *softwares* de análise estatística.

Project Leader:

É o colaborador com um nível de conhecimentos da metodologia e das respectivas ferramentas abaixo do *Black Belt*, mas é capaz de liderar e gerir projectos 6 Sigma numa menor escala, uma vez que possui um amplo conhecimento dos produtos/serviços ou processos da organização, sendo sempre um elemento fundamental na tarefa de melhoria.

Team member:

Por fim, o grau de *Team member*, não possui competências para a gestão de projectos. As suas principais funções centram-se no apoio operacional. Contudo,

podem muitas vezes ser responsáveis pela realização de pequenos projectos, utilizando o processo de melhoria PDCA (*Plan, Do, Check, Act*) (Deming, 2000).

2.1.1.3 KPI (*Indicador Chave de Desempenho*)

Não há uma definição exacta de *Key Performance Indicator* (KPI), contudo a maioria dos autores de artigos relativos ao 6 Sigma refere que o KPI é uma definição lata que deve ser adaptada ao teor dos negócios/organização como uma métrica de desempenho, que pode ser referente a lucro, custos, qualidade, rendimento, capacidade, etc. (Chakrabarty & Chuan, 2009).

2.1.1.4 CTQ (*Critico para a Qualidade*)

O conceito de Característica Crítica para a Qualidade (*Critical To Quality, CTQ*) abrange os requisitos de desempenho definidos pelo cliente para um produto ou serviço. Uma CTQ pode ser um atributo ou um processo articulado pelo cliente, fundamental para o sucesso de um produto ou serviço. As CTQs devem ser estabelecidas de acordo com os requisitos definidos pelo cliente, ter como característica a mensurabilidade e possuir as especificações com tolerância permissíveis. Devem também ser melhoradas a partir dos requisitos do cliente, ou seja, a partir da VOC (Chakrabarty & Chuan, 2009).

As CTQ's devem estar preparadas para responder às seguintes questões:

- O que é importante para o Cliente;
- O que o Cliente gosta;
- O que importa para o Cliente;
- O que o Cliente procura;
- O que perturba o Cliente;
- O que faz o Cliente ficar satisfeito;
- Quais são os pontos críticos para o Cliente;
- O que é qualidade para o Cliente.

2.1.2 Ferramentas da qualidade

As ferramentas da qualidade são frequentemente utilizadas como processos de implementação de programas de qualidade pela organização (Miguel 2001).

Segundo Paladini (1997), as ferramentas são métodos estruturados, utilizados na implementação de sistemas compostos por dispositivos, procedimentos gráficos, numéricos ou analíticos, esquemas de funcionamento e mecanismos de operação. Na verdade, hoje em dia, as ferramentas da qualidade incluem, desde simples fichas de registo, até complexos modelos de gestão.

As ferramentas estatísticas são utilizadas na indústria por se ter a consciência que ao remover as causas dos problemas se obtém uma maior produtividade e que a resolução de problemas utilizando técnicas gráficas e específicas produz melhores resultados do que os processos de procura não estruturados. Tais técnicas, que permitem detectar os problemas, qual a sua importância relativa e que alterações irão provocar os efeitos desejados, podem ser divididas em quatro grupos distintos:

- Ferramentas básicas
 - Gráfico de fluxo
 - Diagrama de Pareto
 - Diagrama de Ishikawa ou de Causa e Efeito
 - Folha de verificação
 - Histograma
 - Diagrama de dispersão
 - Carta de controlo

- Ferramentas intermédias
 - Técnicas de amostragem
 - Inferência estatística
 - Métodos não paramétricos

- Ferramentas avançadas
 - Métodos de Taguchi (desenho de experiências)
 - Análises multi-variáveis
 - Análise de séries temporais
 - Técnicas de investigação operacional

- Ferramentas de planeamento
 - Desenvolvimento da função qualidade (QFD)
 - Análise modal de falhas e efeitos (FMEA)
 - Matriz de Responsabilidades (RACI)
 - Mapa de alto nível do processo (SIPOC)

A aplicação das ferramentas e técnicas na metodologia 6 Sigma, mais especificamente no método DMAIC, podem ser aplicadas em mais do que uma fase da metodologia, uma vez que os seus propósitos podem coincidir com os objectivos das tarefas de cada fase (Antony, 2006).

2.2 Engenharia e Tecnologia Alimentar

2.2.1 Tecnologia da Embalagem

A embalagem em atmosfera modificada ou MAP, que deriva do inglês (*Modified atmosphere packaging*), consiste na substituição do ar do interior da embalagem, por uma mistura de gases (O_2 , CO_2 e N_2). O efeito conservante advém do abrandamento da taxa de respiração, assim como do poder inibitório que o CO_2 tem no crescimento de microorganismos (Chen, Lin, Fu & Chuo, 2003).

A embalagem a vácuo é definida como o acondicionamento do produto em embalagens com barreira aos gases, de onde o ar é removido para prevenir o

crescimento de microrganismos. Para a maioria dos investigadores, a embalagem a vácuo é considerada uma forma de MAP, visto que ao remover o ar, a atmosfera no interior da embalagem é modificada. Nestas embalagens, o O_2 residual é utilizado pela flora aeróbica residente, produzindo CO_2 (10-20%) e fazendo com que o potencial redox tenha tendência a ficar negativo. Estas alterações no potencial redox e a respectiva composição da atmosfera podem inibir o crescimento de bactérias aeróbias eventualmente responsáveis pela alteração da textura, oxidação da matéria orgânica e pigmentação no produto. A condição resultante favorece o crescimento de organismos anaeróbios facultativos que vão atrasar a respectiva deterioração (Hintlian & Hotchkiss, 1986).

Segundo Church (1994), o aumento significativo do prazo de validade de produtos frescos e curados tem sido conseguido com o MAP. Misturas gasosas contendo O_2 , CO_2 e N_2 numa variedade imensa de combinações tem sido utilizadas em inúmeras situações.

No entanto segundo Amanatidou, Slump, Gorris e Smid (2000) a utilização de altas concentrações de O_2 pode ser eficaz na redução da carga microbiana.

O CO_2 é um inibidor do crescimento fúngico e algum crescimento bacteriano. O seu modo de acção depende da dissolução do gás no produto embalado. O efeito inibitório da MAP está directamente relacionado com a quantidade de CO_2 presente. A solubilidade deste gás aumenta com o abaixamento da temperatura de armazenamento, pelo que, baixas temperaturas possuem um efeito sinérgico para com a acção bacteriostática do CO_2 (Church & Parsons, 1995). Além disso, o CO_2 é solúvel em água e em gorduras e o seu efeito bacteriostático é influenciado pela carga bacteriana inicial, pela temperatura de armazenamento e pelo tipo de produto embalado. Quando o CO_2 se dissolve na água, acidifica o meio. A acidificação, assim como o efeito antimicrobiano do CO_2 em concentrações superiores a 10-15%, podem inibir o crescimento de muitos microrganismos naturalmente presentes nos alimentos. A absorção do gás pelo produto causa

uma pequena redução no volume do gás e, conseqüentemente, pode ocasionar o colapso da embalagem. Por essa razão, é muito importante garantir que o rácio alimento/volume da embalagem seja bem controlado na medida em que, em alimentos com elevada humidade, como carnes vermelhas, aves e pescado, a excessiva absorção de CO₂ pode, como já foi referido, originar o colapso da embalagem, fazendo com que o produto fique com aparência de embalagem a vácuo (Church & Parsons, 1995).

O N₂ é um gás inerte, insípido e menos predisposto a acidentes do que os restantes gases normalmente usados em MAP (Church & Parsons, 1995).

O N₂ possui baixa solubilidade em água e em gorduras, sendo utilizado para substituir o O₂ em embalagens atrasando a oxidação das gorduras e inibindo o crescimento de microrganismos aeróbios (Church & Parsons, 1995).

Segundo Chen *et al.* (2003), há uma diminuição significativa do crescimento microbiano quando é utilizada a mistura de CO₂:O₂:N₂ na proporção de 30:5:65.

2.2.2 Microbiologia alimentar na confecção

Sob o ponto de vista microbiológico, os pratos preparados não são mais do que alimentos que se elaboram partindo de variados produtos que têm, individualmente, uma flora microbiana específica. Além disso, são submetidos a numerosas manipulações para a sua preparação e conservação (cocção, refrigeração, embalamento) que influenciam, em grande escala a natureza da flora existente.

A cocção, para além de reduzir uma variedade imensa de microrganismos pode ser um factor de selecção para os esporolados (*e.g. Clostridium sp* e *Bacillus sp.*). Estes microrganismos podem crescer com taxas muito elevadas quando um

determinado prato permanece por muito tempo à temperatura óptima para o crescimento microbiano - entre 5 °C e 65 °C - (Anderson & Pascoal, 2009).

São cada vez mais as preparações culinárias, cozinhadas e pré-cozinhadas, elaboradas a partir de variadíssimos produtos tais como carnes, pescado, crustáceos, ovos, entre outros, acompanhados de condimentos e ervas aromáticas, produtos lácteos, arroz e massas. Para que estes produtos alcancem boa qualidade microbiológica é necessário:

- Que as matérias-primas não estejam contaminadas ou apresentem um baixo nível de flora microbiana;
- Que durante a elaboração se evite fornecer condições (entre outras o binómio tempo/temperatura) que facilitem o crescimento dos microrganismos presentes na flora;
- Que sejam adequadamente conservados numa fase pós-preparação.

Dada a grande diversidade de matérias-primas utilizadas na elaboração de pratos preparados é possível a introdução involuntária de flora variada e indesejável, quer através dos próprios alimentos, quer através dos vectores normais de contaminação. Em pratos cozinhados e posteriormente armazenados, os cuidados relativos à proliferação microbiana devem ser redobrados. Boas práticas, como por exemplo, não misturar matérias-primas com flora microbiana distinta são fundamentais. Para além de ser importante durante a elaboração do produto evitar a proliferação microbiana, é fundamental que depois da confecção o alimento seja submetido a um rápido arrefecimento antes de ser embalado e/ou armazenado a temperatura de refrigeração (Anderson & Pascoal, 2009).

Sempre que os pratos preparados não estiverem bem elaborados ou bem conservados podem colocar em risco o consumidor. São conhecidos numerosos casos de doenças gastrointestinais de origem alimentar causadas por pratos

preparados onde foram identificados *S. aureus* enterotoxigénico, *Salmonella sp.*, *Bacillus cereus*, entre outros (Anderson & Pascoal, 2009).

Os pratos preparados devem ser inócuos para a saúde. Associada a esta característica, deve estar evidenciado bom aspecto para se tornarem visivelmente agradáveis ao consumo. Esta situação não deve ser alterada com a introdução de técnicas de conservação alimentar. A alteração alimentar manifesta-se, muitas vezes, através de modificações das características organolépticas (aspecto, gosto, aroma) do alimento devido fundamentalmente à acção de bactérias psicotróficas tal como *Pseudomonas sp.*, bolores e leveduras, etc. (Anderson & Pascoal, 2009).

Em pratos confeccionados, os mais importantes parâmetros microbiológicos a serem controlados segundo Anderson & Pascoal (2009) são:

- Contagem Microrganismos mesófilos (30°C);
- Contagem Bactérias coliformes;
- Contagem *Escherichia coli* β -glucuronidase+;
- Pesquisa *Salmonella*;
- Contagem Estafilococos sp. coagulase + ;
- Contagem Esporos de clostrídios sulfito-redutores;
- Bolores e Leveduras;
- *Bacilos cereus*;
- *Listeria monocytogenes* .

O limite máximo admitido, dos microrganismos atrás mencionados, para que os alimentos se apresentem adequados ao consumo sem risco para a saúde humana está referenciado na Tabela 2-3.

Tabela 2-3 - limites máximo estabelecidos relativos aos microrganismos indicadores

Parâmetro	Máximo admissível
Contagem Microrganismos mesófilos (30°C)	$1 \times 10^5/\text{g}$
Contagem Bactérias coliformes	$1 \times 10^3/\text{g}$
Contagem <i>Escherichia coli</i> β -glucuronidase+	$1 \times 10/\text{g}$
Pesquisa Salmonella	Ausência/25g
Contagem Esporos de clostrídios sulfito-redutores	$3 \times 10/\text{g}$
Contagem Estafilococos sp. coagulase +	$1 \times 10^2/\text{g}$
Bolores e Leveduras	$3 \times 10^2/\text{g}$
Bacilos cereus	$1 \times 10^3/\text{g}$
Listeria monocytogenes	$1 \times 10/\text{g}$

Fonte: (Bolton & Eric:2009)

2.2.3 Análise sensorial

Segundo o projecto de Norma Portuguesa 4263 (1994) podemos definir Análise Sensorial ou Exame Organoléptico como o “exame das características organolépticas de um produto pelos órgãos dos sentidos”, sendo, aí, organoléptica definida como “qualifica uma propriedade de um produto perceptível pelos órgãos dos sentidos”. Outras definições, retiradas de fontes diversas, definem a análise sensorial como "a análise de alimentos e outros materiais utilizando os sentidos", ou como a "definição e medida de um modo científico dos atributos do produto apercebidos pelos sentidos: vista, ouvido, cheiro, sabor e tacto", ou ainda como, "uma técnica cujo objectivo é a determinação das propriedades sensoriais ou organolépticas dos alimentos, isto é, a sua influencia sobre os receptores sensoriais cefálicos antes e após a sua ingestão e a investigação das preferências e aversões pelos alimentos determinadas pelas suas propriedades sensoriais".

A análise sensorial pode responder a questões do tipo:

1. *Descritivo*

A que é que sabe o produto? A que cheira? Qual a sua textura? Por outras palavras, quais são as suas características organolépticas? De que modo a qualidade do produto difere de outro produto? Quais são as consequências de uma modificação no processo, formulação, embalagem ou condições de armazenamento nos atributos do produto?

2. *Discriminativo*

Será que o consumidor nota a diferença? Será que o consumidor detecta isto? Quantos consumidores detectariam esta diferença? Estes produtos são diferentes? Será que isto é igual aquilo?

3. *Preferência ou Hedónico*

Quantas pessoas gostam deste produto? O produto é aceitável? Este produto é tão bom como o concorrente? Será que este produto é melhor que o anterior? Quais são as características mais apetecidas? Será o preferido pelo consumidor? Lyon et. al (1992)

Relativamente à componente descritiva, a técnica da análise descritiva quantitativa é desenvolvida para descrever e quantificar as características de um produto com precisão. Com essa técnica, pode medir-se a variabilidade entre provadores e comparar um produto em relação a outros excluindo-se as diferenças entre provadores (MOSKOWITZ, 1988). A Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) é utilizada quando é necessário compreender as qualidades organolépticas de um produto (MAGALHÃES, 1996). A ADQ avalia todos os atributos sensoriais possíveis de definir no produto alimentar, entre eles: aparência, aroma, sabor e textura (DUTCOSKY, 1996). É uma técnica que treina indivíduos a identificar e quantificar as propriedades de um produto ou ingrediente, passíveis de serem percepcionadas pelos humanos (MOSKOWITZ,

1988). O método proporciona uma descrição das propriedades dos produtos, que será tanto mais sofisticada, quanto mais rigorosa tiver sido a selecção dos provadores e mais intenso o seu treino (CARDELLO; SILVA; DAMÁSIO,1999). A salubridade pode também ser verificada através desta técnica. A Norma da International Dairy Federation (IDF) Standard 99C de 1997: *Sensory evaluation of dairy products by scoring*, proporciona um método para uma análise descritiva quantitativa adaptada à procura e quantificação de defeitos. Trata-se de considerar que, à partida, os produtos em estudo têm qualidade, pelo que não se tenta descrever os atributos sensoriais. Apenas se descrevem e se treinam os provadores nos defeitos mais prováveis. Assim, nas sessões de prova os produtos são normalmente avaliados como Bom ou Muito bom (sem defeitos perceptíveis) e, caso contrário, os provadores devem identificar e quantificar o defeito percebido.

3 Materiais e Métodos

3.1 Análises Microbiológicas

3.1.1 Elaboração da suspensão – mãe e diluições decimais

Procedimento analítico efectuado segundo a NP 3005 de 1985 – Microbiologia alimentar. Preparação das diluições para análise microbiológica.

3.1.1.1 PRINCÍPIO DO MÉTODO

Realização da suspensão – mãe e de diluições decimais, com a finalidade de reduzir dez vezes a concentração inicial/anterior da amostra.

3.1.2 - Contagem de Mesófilos a 30°C – Alimentos

Procedimento analítico efectuado segundo a NP 4405 de 2002 – Microbiologia Alimentar – Regras gerais para contagem de microrganismos – contagem de colónias a 30°C.

3.1.2.1 PRINCÍPIO DO MÉTODO

Sementeira em meio de cultura selectivo de uma quantidade conhecida de produto alimentar a analisar. Incubação a temperatura e tempo determinados.

3.1.2.2 Meios de cultura

Meio de *Plate Count Agar* (PCA) desidratado (ou YEA)

Maximum Recovery Diluent

3.1.3 Contagem de Bactérias Coliformes a 30°C

Procedimento analítico efectuado segundo a NP 3788 de 1990 – Microbiologia Alimentar – Regras gerais para contagem de bactérias coliformes a 30°C

3.1.3.1 PRINCÍPIO DO MÉTODO

Sementeira em meio de cultura selectivo de uma quantidade conhecida de produto alimentar a analisar. Incubação a temperatura e tempo determinados.

3.1.3.2 Meios de cultura

Meio de agar lactosado

Maximum Recovery Diluent

3.1.4 Contagem de *Escherichia coli* de β glucuronidase +

Procedimento analítico efectuado segundo a NP 4396 de 2002 – Microbiologia Alimentar – Regras gerais para contagem de *Escherichia coli*

3.1.4.1 PRINCÍPIO DO MÉTODO

Sementeira em meio de cultura selectivo de uma quantidade conhecida de produto alimentar a analisar. Incubação a temperatura e tempo determinados.

3.1.4.2 Meios de cultura

Meio TBX com substrato cromogénico

Maximum Recovery Diluent

3.1.5 Detecção de *Salmonella sp.* pelo método horizontal

Procedimento analítico efectuado segundo a ISO 6579 de 2002 – *Microbiology of food and animals feeding stuffs* – Horizontal method for the detection of *Salmonella sp.*

3.1.5.1 PRINCÍPIO DO MÉTODO

Inoculação em meio de enriquecimento e de seguida em meio de enriquecimento selectivo. Sementeira em meio de cultura selectivo de uma quantidade conhecida de produto alimentar a analisar. Incubação a temperatura e tempo determinados.

3.1.5.2 Meios de cultura

Meio de Buffered Peptone Water

Rappaport – Vassiliadis Broth

Meio de MKTTn *Broth*

Meio de XLD Agar

Meio de XLT4

Meio de Nutrient Agar

Meio de Triple Sugar Iron agar

Meio de Urease agar

Meio de L-Lysine decarboxylation medium (LDB)

3.1.6 Contagem de Estafilococos coagulase positiva

Procedimento analítico efectuado segundo a NP 4400-2 de 2002 – Microbiologia Alimentar – Regras gerais para contagem de Estafilococos coagulase positiva – Técnica sem confirmação de colónias

3.1.6.1 PRINCÍPIO DO MÉTODO

Sementeira em meio de cultura selectivo de uma quantidade conhecida de produto alimentar a analisar. Incubação a temperatura e tempo determinados.

3.1.6.2 Meios de cultura

Meio gelosado com plasma de coelho e fibrinogénio (BPA)

Maximum Recovery Diluent

Suplemento de *RPF*

3.1.7 Pesquisa de esporos de Clostrídios sulfito-redutores

Procedimento analítico efectuado segundo a ISO 15213 de 2003 – Microbiology of food and animal feeding stuffs, Horizontal method for enumeration of sulfite – reducing bacteria growing under anaerobic conditions

3.1.7.1 PRINCÍPIO DO MÉTODO

Sementeira em meio de cultura apropriado de uma quantidade conhecida de produto alimentar e/ou suas diluições previamente aquecidas a $80\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ durante 10 minutos. Incubação a $37\pm 1^{\circ}\text{C}$ durante 1 a 5 dias.

Verificação da existência de colónias características de Clostrídios sulfito – redutores.

3.1.7.2 Meios de cultura

Meio de Agar sulfito triptose (TSC) desidratado

3.1.8 Contagem de Bolores e Leveduras a 25°C e 37°C

Procedimento analítico efectuado segundo a NP 3277 de 1987 – Microbiologia Alimentar – Contagem de bolores e leveduras, parte 1 e 2 – incubação a 25 °C e 37 °C.

3.1.8.1 PRINCÍPIO DO MÉTODO

Sementeira em meio de cultura selectivo de uma quantidade conhecida de produto alimentar a analisar. Incubação a temperatura e tempo determinados.

3.1.8.2 Meios de cultura

Meio Sabouraud chloramphenicol agar desidratado
Maximum Recovery Diluent

3.1.9 Detecção de *Listeria monocytogenes*

Procedimento analítico efectuado segundo a ISO 11290-1 de 1996 - *Microbiology of food and animal feeding stuffs* -- Horizontal method for the detection and enumeration of *Listeria monocytogenes* - Part 1: Detection method.

3.1.9.1 PRINCÍPIO DO MÉTODO

Sementeira em meio de cultura selectivo de uma quantidade conhecida de produto alimentar a analisar. Incubação a temperatura e tempo determinados.

3.1.9.2 Meios de cultura

Buffered Peptone water ou Fraser broth base
Meio de CLA

3.1.10 Contagem de *Bacillus cereus* a 30°C

Procedimento analítico efectuado segundo a NP 4062 de 1990 – Microbiologia Alimentar – Regras gerais para contagem de *Bacillus cereus* a 30°C.

3.1.10.1 PRINCÍPIO DO MÉTODO

Sementeira em meio de cultura selectivo de uma quantidade conhecida de produto alimentar a analisar. Incubação a temperatura e tempo determinados.

3.1.10.2 Reagentes

Meio de *Bacillus cereus* agar (MYP)

Maximum Recovery Diluent

Meio de Agar Glucosado

Meio de Voges - Proskauer

Meio de Nitrato

Solução de Hidróxido de potássio

Solução de α – naftol

Zinco em pó

Cristais de creatina

Reagente para pesquisa de nitratos

3.2 Embalamento das refeições.

O processo de embalamento em atmosfera modificada foi efectuado através da Máquina de Vácuo para indústria alimentar, com injeção de gás ATLANTIS 1020 (Figura 3-1), com uma mistura de gás inicial (60:40 N₂:CO₂). A mistura de gás efectiva foi de (60:40 N₂:CO₂) com quantidade residual de O₂ (1 a 2%) devido à não utilização de vácuo total no processo de embalamento.

O processo de embalagem no equipamento acima descrito foi feito em 3 etapas:

Fez-se vácuo na embalagem;

Foi introduzida a mistura de gás pretendida (60:40 N₂:CO₂);

Fez-se a selagem da embalagem.



Figura 3-1 -Máquina de Vácuo para indústria alimentar com injeção de gás ATLANTIS 1020

3.3 Medição do teor de gases na embalagem.

A medição do teor de gases das embalagens fez-se com o medidor CheckMate3 da PBI DANSENSOR.

A medição realizou-se introduzindo a agulha do equipamento (1) na embalagem (2) como apresentado na Figura 3-2

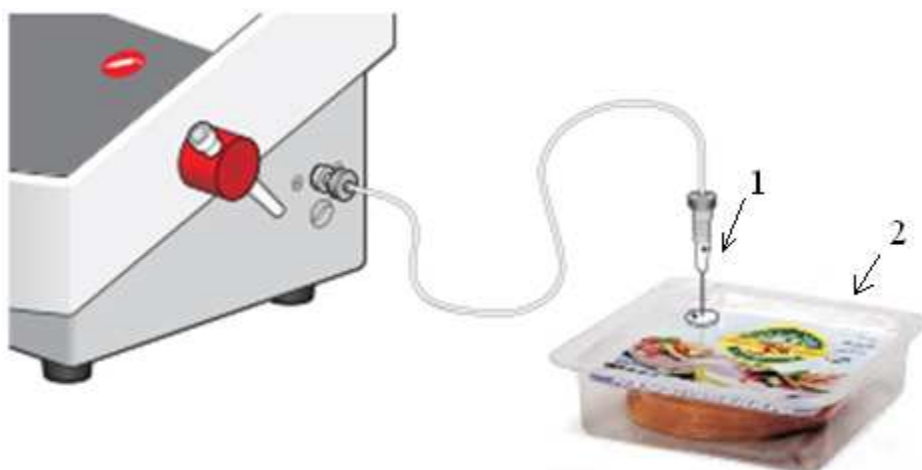


Figura 3-2 - Introdução do sensor na embalagem (Adaptado do Manual de Instruções do equipamento)

O equipamento possui 2 sensores. Um em que é quantificado o O_2 e outro que quantifica do CO_2 . A quantidade de N_2 que é indicada no display do equipamento, tal como se pode verificar na Figura 3-3, é uma quantificação feita por cálculo ($N_2=100-(O_2+CO_2)$).

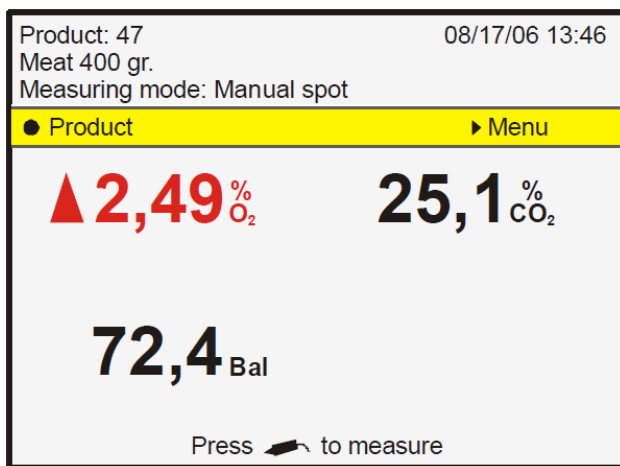


Figura 3-3 - Display do CheckMate3 (Adaptado do Manual de Instruções do equipamento)

3.4 Análise Sensorial

A metodologia utilizada na análise sensorial foi adaptada da Norma da International Dairy Federation (IDF) Standard 99C de 1997: *Sensory evaluation of dairy products by scoring: reference method*.

Os produtos alimentares foram servidos como uma refeição normal na cantina e aí degustados por dois grupos distintos:

1. Painel de avaliadores (formado por indivíduos pertencentes ao painel de avaliadores da ESTG);
2. Painel de utentes da cantina (formado por indivíduos escolhidos aleatoriamente de entre os utentes habituais).

Houve diferenciação nos atributos escolhidos para o trabalho a desempenhar pelos dois grupos. O formulário apresentado ao painel de avaliadores (anexo I) foi ligeiramente diferente do apresentado ao painel de utentes (anexo II).

Os atributos que foram escolhidos para serem avaliados pelo cliente foram:

- Aspecto Geral;
- Cheiro;
- Sabor;
- Textura;
- Temperatura.

Os parâmetros escolhidos são os que constam no referencial IDF acrescidos do parâmetro temperatura, que embora não descrito no referencial normativo IDF 99C de 1997 foi incluído por representar um importante critério de qualidade para os SAS.

No que respeita ao painel de provadores da ESTG (já muito habituado a este tipo de avaliação), de acordo com a adaptação feita ao referencial IDF, e com o intuito

de obter mais alguma informação relevante para este trabalho, foram escolhidos os seguintes atributos:

- Aspecto geral
- Textura ao toque e corte
- Cheiro
- Textura ao mastigar
- Sabor

A ambos os painéis foi solicitado que pontuassem cada um dos atributos das respectivas listas, seguindo a escala numérica de 1 a 5 de acordo com a Tabela 3-1.

Tabela 3-1 - Características da classificação a atribuir à refeição

PONTO	OBSERVAÇÃO
5	Muito boa Tipo ideal Qualidade superior
4	Boa Sem defeitos evidentes
3	Razoável (defeitos ligeiros)
2	Fraca (defeitos evidentes)
1	Muito fraco (defeitos muito pronunciados)

Tal como é descrito no referencial, foram ainda dadas as seguintes instruções:

- Atribuir a classificação de 4 ou 5 considerasse que o produto estivesse bom, isto é, de acordo com o esperado;
- Em face de um problema, este deveria ser descrito e atribuída a classificação de 1, 2 ou 3.

3.5 Ferramentas da qualidade

3.5.1 Balanced Scorecard

No *Balanced Scorecard* (BSC) materializou-se a visão e a estratégia através de um mapa com objectivos e indicadores de desempenho, organizados segundo quatro perspectivas diferentes: financeira; clientes, processos internos e aprendizagem e crescimento (Kaplan & Norton, 1992). O BSC elaborado neste trabalho foi feito segundo a metodologia proposta por Kaplan & Norton com a fixação de objectivos, acções, indicadores e metas para cada uma das perspectivas acima descritas (Kaplan & Norton, 1996).

3.5.2 Análise SWOT

A análise SWOT é uma ferramenta da qualidade que consiste na avaliação da posição competitiva de uma empresa no mercado através do recurso a uma matriz de dois eixos, cada um dos quais composto por duas variações: pontos fortes (*Strenghts*) e pontos fracos (*Weaknesses*) da organização; oportunidades (*Opportunities*) e ameaças (*Threats*) do meio envolvente. Ao construir a matriz as variáveis facilitam a respectiva análise e a procura de sugestões para a tomada de decisões.

Para a construção da matriz foram necessários dois tipos de análises: por um lado uma análise interna, e por outro uma análise externa. No caso da análise interna, para permitir identificar aspectos em que a organização apresenta pontos fortes e aspectos em que apresenta pontos fracos relativamente aos seus concorrentes. Quanto à análise externa, consistiu numa avaliação da envolvente da organização de forma a identificar oportunidades e ameaças com que esta se depara ou possa vir a deparar.

3.5.3 Diagrama de *Gantt*

É uma ferramenta que tem por objectivo ajudar a calendarizar as diferentes etapas de um projecto. Tal como desenvolvido em 1971 por Henry Gantt, e utilizando o software *GantProject 2008*, desenvolveu-se um Diagrama de *Gantt* para ilustrar o avanço das diferentes etapas do projecto.

Para a realização deste diagrama foram introduzidos todos os intervenientes de cada etapa, respectiva duração e indicação precisa da data de início e fim.

3.5.4 Ficha do Projecto

É uma ferramenta fundamental utilizada no início do projecto, que tem por objectivo obrigar a equipa a focalizar as ideias nos aspectos essenciais.

Descreveram-se as actividades mais relevantes do projecto de forma a que existisse sempre um fio condutor que não permitisse desvios ao pretendido.

Tal como recomendado por Brook (2009), para a realização desta ficha preencheram-se os seguintes itens:

- Nome do Projecto;
- Nome da Empresa/Localização;
- Líder da Equipa;
- "Champion" do Projecto;
- Descrição do Projecto/Missão;
- Descrição do Problema;
- Importância do Problema;
- Resultados;
- Objectivos/Métricas;
- Processo e seu responsável;
- Âmbito do projecto;
- Clientes chave;
- Marcos do Projecto;
- Datas de Finalização;
- Membros da Equipa
- Recursos Esperados (Internos/Externos);
- Avaliação do Risco.

3.5.5 FMEA (Failure Mode and Effect Analysis)

É uma metodologia preventiva que consiste em reunir uma equipa com o objectivo de decompor as actividades em etapas bem definidas, para em cada uma delas considerar:

- Modo Potencial de Falha
- Efeitos Potenciais da Falha
- Severidade Classe
- Causas Potenciais /Mecanismos de falha
- Ocorrência
- Controlos Actuais do Processo
- Detecção
- R.P.N. (Risk Priority Numbers) ou número prioritário de risco
- Acções Recomendadas

Esta metodologia foi aplicada segundo o formulário disponível em Brook (2009)

3.5.6 Matriz RACI

Tal como descrito por Haughey (2010), constituiu-se a matriz de responsabilidades – matriz RACI - para que estivesse perfeitamente definido, em cada etapa do projecto, quais eram os membros intervenientes e qual o papel que cada um desempenhava, segundo a seguinte classificação:

- Responsável – Pessoa responsável pelo cumprimento de uma tarefa e pela aprovação do trabalho realizado;
- Executor – Pessoa responsável pela realização da tarefa;
- Consultado – Pessoa responsável por dar apoio específico ao executor;
- Informado – Pessoa que necessita estar informada pelo progresso e cumprimento a tarefa.

Esta metodologia foi aplicada segundo o formulário disponível (Brook, 2009)

3.5.7 SIPOC

A ferramenta SIPOC (*Suppliers, Input, Process, Output, Costumer*) permitiu obter um mapa do processo a nível macro, que possibilitasse a compreensão tanto do processo, como de outros aspectos que lhe estão ligados. Os elementos identificados no formulário disponível em Brook (2009) foram:

Fornecedores (*Suppliers*) – entidades que abastecem, a todos os níveis, as necessidades do processo;

Entrada (*Input*) – componentes (matéria-prima, peças, informação, etc.) que dão entrada no processo;

Processo (*Process*) – sequência de actividades necessárias à obtenção de um produto ou serviço;

Saída (*Output*) – resultado final do processo, ou seja, produto, serviço e/ou informação;

Cliente (*Costumer*) – entidade receptora do produto ou serviço.

3.5.8 DMAIC

De acordo com Eckes (2001), cada etapa da metodologia, que se destina a orientar o desenvolvimento do projecto, significa um conjunto de acções que são efectuadas com o auxílio de ferramentas bem definidas.

Para esta metodologia foram utilizadas outras ferramentas da qualidade descritas na secção 2.1.2 do Capítulo 2.



Definição: Consistiu na definição clara e objectiva do projecto compreendendo os CTQ's e os requisitos técnicos. Houve a preocupação da definição ser específica, mensurável, descrever o impacto sobre o negócio ou a actividade da empresa e não concluir prematuramente as causas e soluções;



Medição: Medição consistiu na identificação das medidas-chave da eficiência e da eficácia para o conceito do Sigma. A medição impôs a determinação de medidas básicas de eficiência do processo para a recolha de dados assegurando que a amostragem fosse representativa e aleatória.



Análise: Foram determinadas as causas dos problemas que precisavam de melhoria. A análise foi considerada a etapa mais importante do ciclo DMAIC, pois determina e valida a raiz do problema original, que é o alvo da procura da melhoria.



Melhoria (*improvement*): Foi feita a soma das actividades relacionadas com a proveniência, selecção e implementação de soluções. A melhoria é conseguida com soluções que eliminem, atenuem ou minimizem as causas do problema;



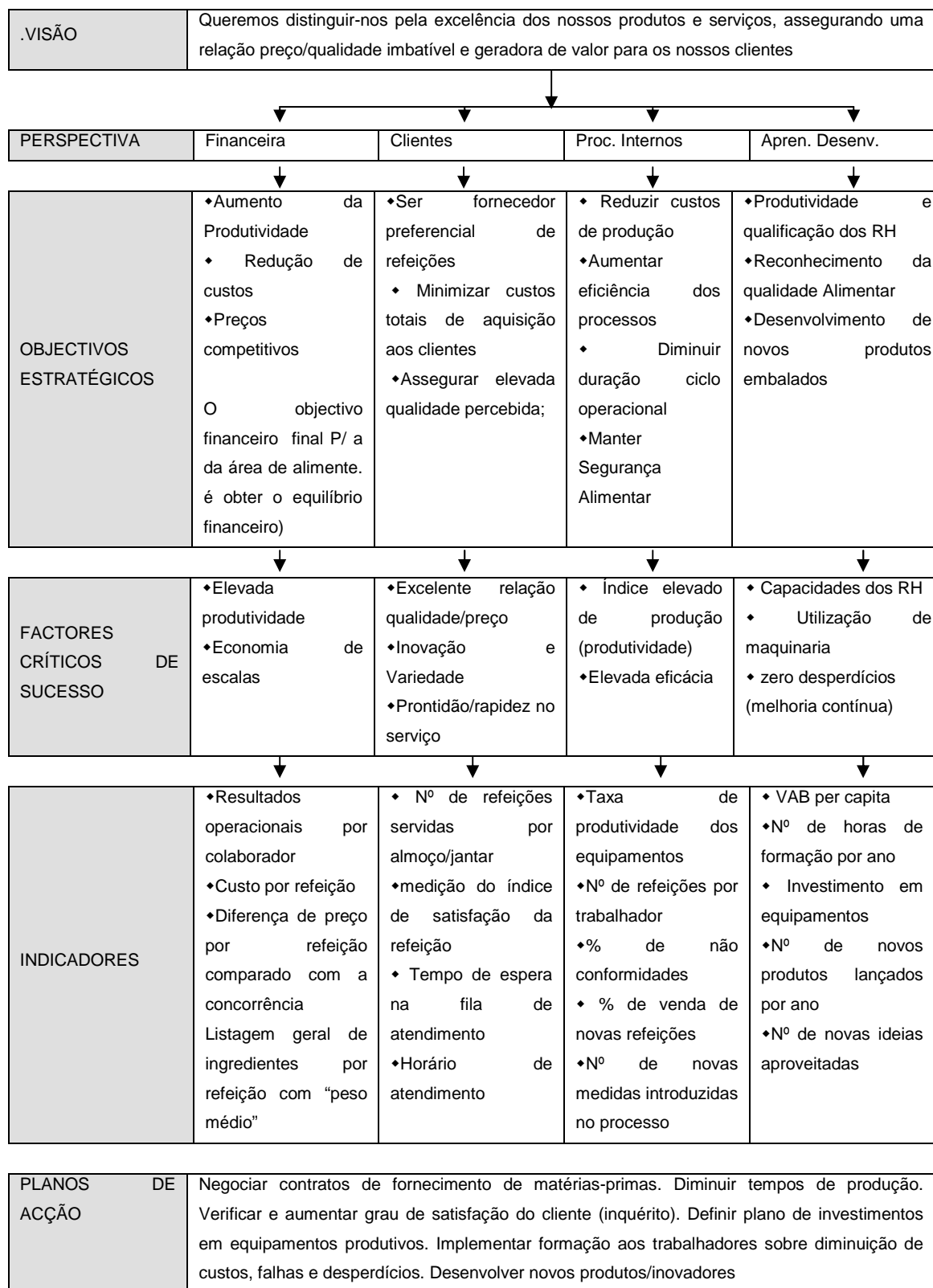
Controlo: É a acção que garante que as melhorias se sustentem ao longo do tempo. Pretendeu-se que o controlo acontecesse ao nível tático e estratégico, de forma garantida através de soluções com fundamento estatístico que alertassem aquando da mudança ou aparecimento de defeitos no processo.

4 Resultados

Os SAS que têm vindo, como instituição pública a inovar quanto à metodologia de gestão, têm implementado um sistema apertado de controlo de custos que são expressos através do *Tableau de Bord*.

A discussão sobre a problemática das limitações da gestão, exclusivamente orientada por medidas financeiras, é antiga, como observaram Kaplan e Norton (1987) ao citarem o exemplo do *Tableau de Bord* francês ou a experiência da «General Electric» em sistemas de medição com indicadores não-financeiros, nos anos 50.

Na sequência da reflexão atrás mencionada foi debatido, durante algumas reuniões de trabalho, o processo (estratégico) de desenvolvimento do *Balanced Scorecard* para o sector da alimentação, tal como está apresentado no Quadro 4.1.



Quadro 4.1 - Balanced Scorecard

Como é evidenciado pelo Quadro 4.1, foram abordadas as 4 perspectivas que segundo Kaplan e Norton devem constar para a medição do desempenho através de indicadores financeiros e não financeiros. Não obstante Kaplan e Norton (1997) aconselharem a elaboração de um plano de acções definidas e específicas para cada uma das quatro perspectivas, tal não foi detalhado nesta fase do projecto na medida em que, nessa precisa altura, surgiu um problema no seio do sector alimentação dos SAS, que urgia ter solução.

O problema detectado tinha a sua origem perfeitamente identificada: Dificuldade em preparar refeições numa das cantinas do IPVC, a distância geográfica entre as diferentes cantinas obrigava a uma gestão operacional de recursos muito complicada.

No entanto, tinham ficado muito bem delineados os objectivos estratégicos referentes às quatro perspectivas.

Para dar cumprimento à resolução do problema encontrado, foram procuradas soluções que estivessem contempladas no BSC através dos objectivos e planos de acção previamente definidos. Garantiu-se assim o fiel cumprimento da visão estratégica estabelecida.

Na perspectiva de Aprendizagem e Desenvolvimento realçou-se um objectivo que pareceu exequível e apropriado levar a cabo para a resolução do problema anteriormente descrito, o “Desenvolvimento de novos produtos embalados”.

Apesar de definido o objectivo estratégico, para sustentação e real percepção do impacto da medida, foi necessário recorrer a uma análise/diagnóstico focalizada nas cantinas, mais precisamente nas refeições confeccionadas, que abordasse quer o ambiente interno, quer o externo.

A análise SWOT, cuja metodologia está abordada na secção 3.5.2, foi a ferramenta utilizada para traduzir a reflexão realizada relativa às cantinas do IPVC, como é apresentado no Figura 4-1.

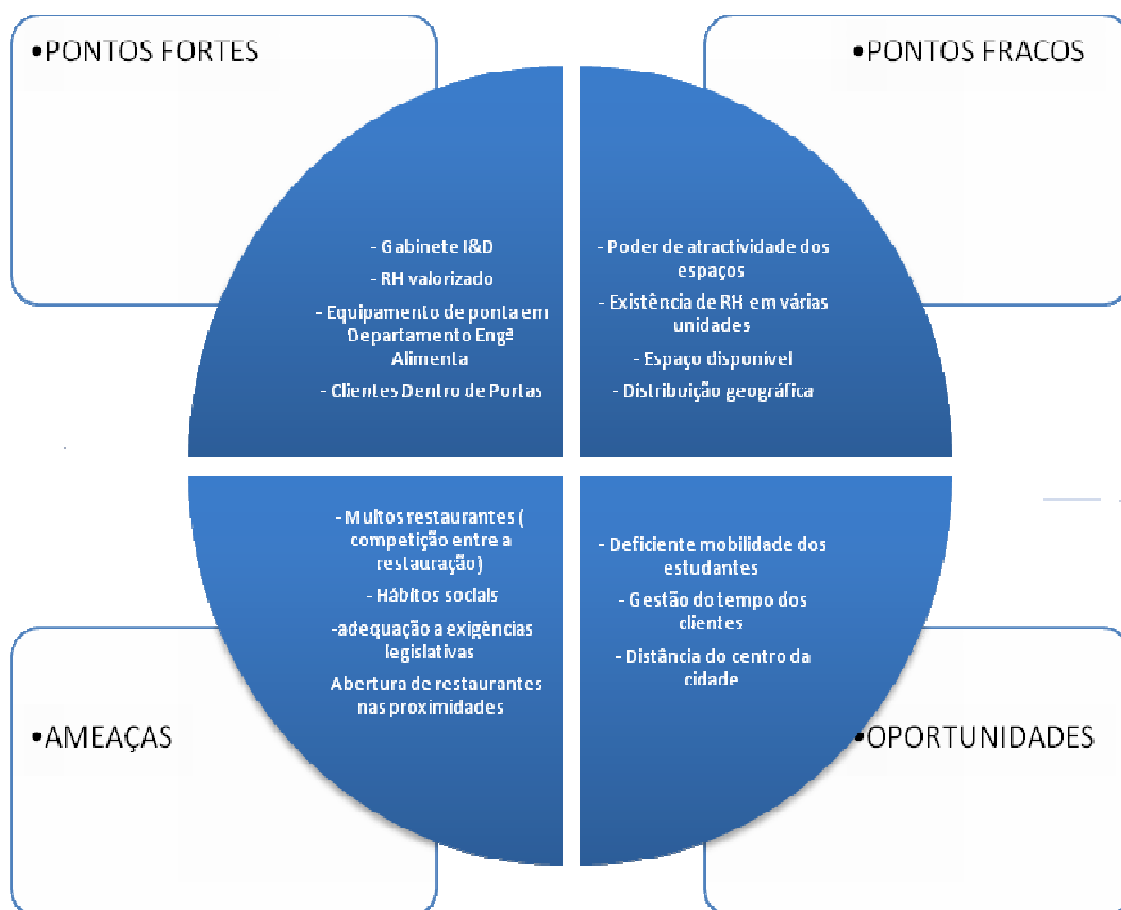


Figura 4-1 - Análise SWOT das cantinas dos SAS do IPVC

A interpretação pormenorizada das conclusões obtidas através da reflexão que foi feita para a elaboração da análise SWOT fizeram que se tornasse evidente que era possível, tal como mencionado nos pontos fortes, em especial o “equipamento de ponta pertencente ao Departamento de Eng^a Alimentar”, desenvolver um projecto sustentável que desse resposta, em tempo útil, ao problema identificado. Mais, as ameaças pareciam ser amplamente ultrapassáveis pelas oportunidades que foram identificadas, especialmente a “gestão de tempo dos clientes”, que é um factor fundamental quando a oferta se mostra à altura das expectativas.

Dado este importante passo para a definição devidamente fundamentada e detalhada dos objectivos, era urgente então, aplicar uma metodologia estudada e validada.

A metodologia adoptada teve como principal prioridade a opção por um processo altamente disciplinado, que ajudasse a desenvolver o projecto próximo da perfeição. Do ponto de vista dos processos, pretendia-se uma abordagem sistemática que reduzisse as falhas que pudessem afectar o que é crítico para o cliente, aumentando a sua satisfação e reduzindo custos para a organização.

Segundo os pressupostos descritos nos parágrafos anteriores, a metodologia 6 Sigma pareceu ser a ideal, já que respondia a todas as preocupações dos SAS e incluía o uso de um conjunto de ferramentas que, apesar de serem utilizadas noutros movimentos da qualidade, eram implementadas de acordo com um processo sistemático e orientado para o projecto, através de um ciclo composto pelas seguintes fases: Definição, Medição, Análise, Melhoria e Controlo, conhecido por DMAIC, tal como exposto na secção 3.5.8

4.1 Definição

4.1.1 Definição do problema (*Problem Statements*)

Servir refeições em locais diferentes dos da produção, que garantam a segurança e qualidade alimentar, que sejam para o cliente final apetecíveis ao nível do preço e aspecto e que tenham variedade permanente, é uma tarefa complicada, que implica a união de todos os esforços e imaginação de todos os intervenientes.

Segundo os problemas encontrados e interpretando as ferramentas utilizadas até este ponto, ficou evidente que teria de ser introduzida uma tecnologia que permitisse conservar as refeições.

Também nesta fase voltou a ser evidente que o caminho mais adequado a seguir para que fosse alcançado o objectivo de “encurtar” a distância entre as cantinas era a “utilização de tecnologia de ponta” de modo a aumentar o tempo de viabilidade da refeição.

4.1.2 Definição do objectives (Goal Statements)

De acordo com os problemas identificados, e para abordar a questão da alteração tecnológica de uma forma simples e sistematizada, impunham-se algumas medidas que visassem fundamentalmente:

- garantir a qualidade e segurança alimentar da refeição;
- haver continuidade na produção;
- existir conhecimento tecnológico que permita produzir e servir a refeição em locais geograficamente distantes.

Nesta fase começou a ser evidente o facto de ser alcançável um bom resultado com a maximização do processo produtivo, embora para tal fosse necessária a implementação de um rigoroso plano de controlo da qualidade.

4.1.3 Criação de indicadores Chave

Para a correcta monitorização do processo foi então fundamental a criação de indicadores chave (KPI) que permitissem aferir o estado do processo, tanto ao nível de quantidade, como da segurança e qualidade perceptível. Neste sentido definiu-se a criação de dois KPIs que permitissem aferir o que ocorria na fase produtiva, e o que ocorria na fase de consumo e aceitação por parte do cliente.

De forma resumida os dois indicadores seriam determinados da seguinte forma:

Quebra da Qualidade e Segurança Alimentar – [QSA]

$[QSA] = [\text{Número de refeições rejeitadas}^* \text{ ou reclamações}] / [\text{Número total de refeições produzidas}] * 100$

Equação 4-1 - Quebra da Qualidade e Segurança Alimentar – [QSA]

*A rejeição é feita sempre que:

- forem ultrapassados os limites dos parâmetros de controlo previamente estabelecidos
 - microbiológicos,
 - físicos (T^a e constituição gases)
- seja detectada alguma anomalia por parte do painel de análise sensorial

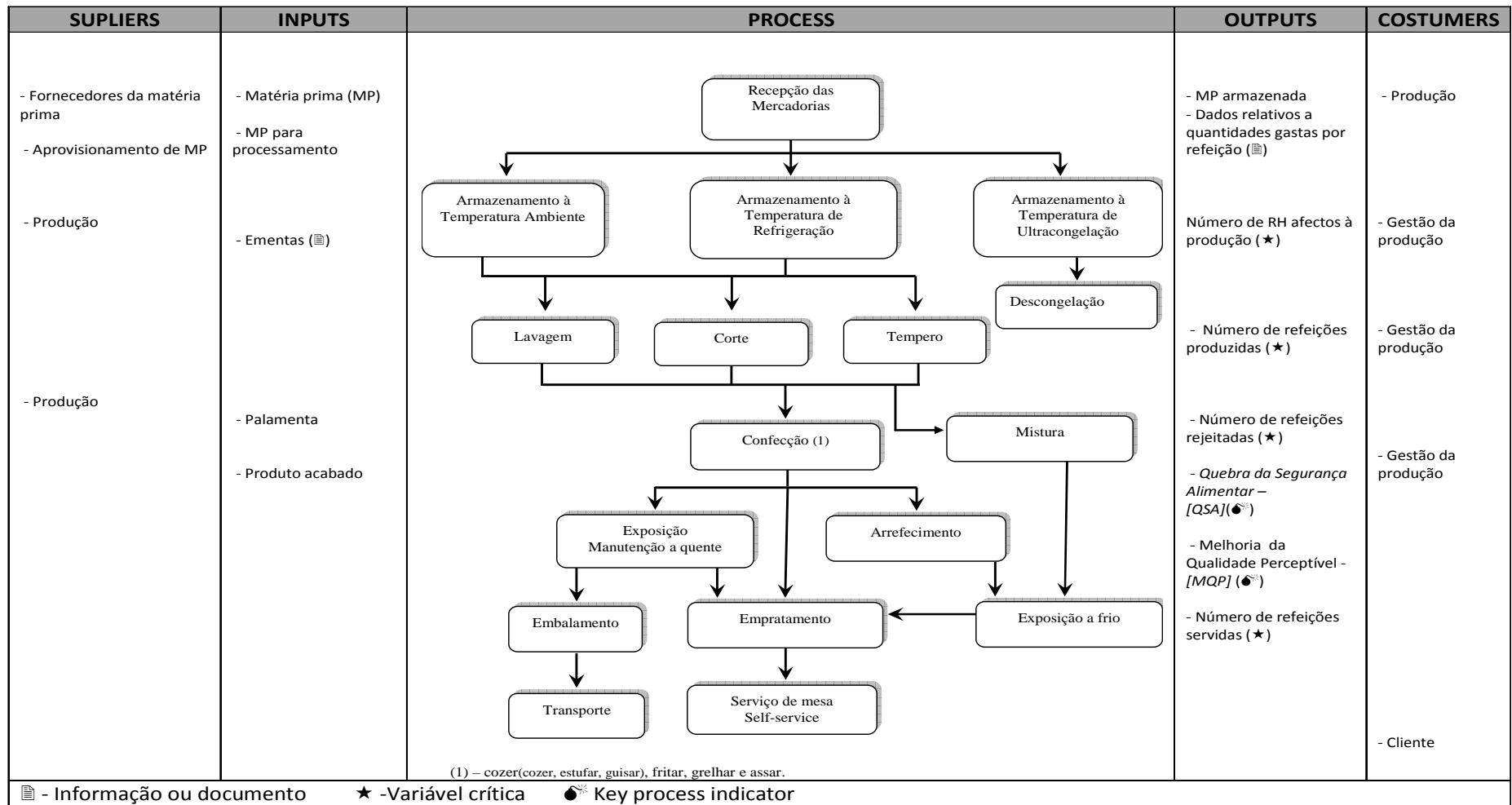
Melhoria da Qualidade Perceptível - [MQP]

$[MQP] = ([\text{Índice médio de satisfação do ano } n] - [\text{Índice médio de satisfação do ano } (n-1)]) / [\text{Índice médio de satisfação do ano } (n-1)] * 100$

Equação 4-2 - Melhoria da Qualidade Perceptível - [MQP]

4.1.4 SIPOC do Processo

Ao iniciar um projecto de melhoria do processo uma das primeiras e principais tarefas é reunir todas as informações relevantes sobre o processo em causa, com a identificação das entradas e saídas, bem como de todas as entidades intervenientes. Para facilitar a execução desta actividade a ferramenta SIPOC (secção 2.1.2) fornece um método de recolha de informação relevante sobre o processo em análise e descrito no Quadro 4.2.



Quadro 4.2 - SIPOC do processo

Esta ferramenta, para além de esquematizar toda a informação acerca dos fornecedores que contribuem para o processo, das entradas para o processo, das saídas que são geradas e dos clientes, também permitiu obter um alto nível gráfico de fluxo do processo.

Mais, esta ferramenta permitiu localizar graficamente aspectos chave a ter em atenção no decorrer de todo o processo, como é o caso dos KPIs previamente identificados e das variáveis críticas.

4.1.5 Planeamento do Projecto

A evolução do mercado tem criado situações em que cada vez mais as empresas precisam de se reorganizar e definir os seus objectivos e estratégias, para que possam atingir os resultados esperados e, até mesmo, contornar possíveis situações que comprometeriam o sucesso. É, portanto, necessário estabelecer um planeamento de toda a actividade que se queira desenvolver.

Foi então realizada a ficha do projecto (Quadro 4.3) que foi apresentada à administração dos SAS, para que ficassem bem definidos, e sem margem para dúvidas quais os objectivos e metas, definindo assim um projecto consistente para a organização.

Nome do Projecto: (1) Optimização do sistema produtivo das Cantinas dos Serviços de Acção Social do Instituto Politécnico de Viana do Castelo	Nome da Empresa/Localização: (2) Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Viana do Castelo																						
Líder da Equipa: (3) Rui Pedro Lima	"Champion" do Projecto: (4) Manuel Rui Alves																						
Descrição do Projecto/Missão: (5) Conservação das refeições em embalagem com atmosfera modificada (i) Redução do tempo não produtivo dos profissionais da produção (ii); garantir a continuidade de satisfação do cliente (iii); avaliar os resultados obtidos (iv).																							
Descrição do Problema: (6) As cantinas em funcionamento estão geograficamente muito distantes. Os recursos humanos e materiais encontram-se dispersos. Há flutuações significativas na quantidade de produto (refeições) produzidas ao longo do ano. Se existir a centralização da produção e maximização dos recursos humanos pode obter-se um lucro anual face ao panorama actual.																							
Importância do Problema: (7) Os Serviços de Acção Social do Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Viana do Castelo definiu como prioritárias todas as iniciativas que conduzam ao aumento de produtividade e à diminuição de custos operacionais.																							
Resultados: (8) 1 - Implementação de metodologia que baixe o preço da refeição em 2.5%	Objectivos/Métricas: (9) [(Preço da refeição inicial) - (Preço da refeição final)] / (Preço da refeição inicial) >= 2.5 %																						
Processo e seu responsável: (10) Processo Produtivo - Responsável das cantinas dos Serviços de Acção Social																							
Âmbito do projecto é: (11) Processo produtivo da restauração colectiva																							
Clientes chave: (12) Interno (Gestão) Utilizadores da cantina	Expectativas: (13) Redução do custo da refeição em 2.5%																						
Marcos do Projecto: (14) <table border="1"> <tr> <td>Início do projecto</td> <td>JAN-2010</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Fase definição</td> <td>FEV-2010</td> <td>MAR-2010</td> </tr> <tr> <td>Fase de Medição</td> <td>ABR-2010</td> <td>MAI-2010</td> </tr> <tr> <td>Fase de Análise</td> <td>JUN-2010</td> <td>SET-2010</td> </tr> <tr> <td>Fase de Melhoria</td> <td>OUT-2010</td> <td>NOV-2010</td> </tr> <tr> <td>Fase de Controlo</td> <td>NOV-2010</td> <td>DEZ-2010</td> </tr> <tr> <td>Data de Conclusão</td> <td>DEZ-2010</td> <td></td> </tr> </table>			Início do projecto	JAN-2010		Fase definição	FEV-2010	MAR-2010	Fase de Medição	ABR-2010	MAI-2010	Fase de Análise	JUN-2010	SET-2010	Fase de Melhoria	OUT-2010	NOV-2010	Fase de Controlo	NOV-2010	DEZ-2010	Data de Conclusão	DEZ-2010	
Início do projecto	JAN-2010																						
Fase definição	FEV-2010	MAR-2010																					
Fase de Medição	ABR-2010	MAI-2010																					
Fase de Análise	JUN-2010	SET-2010																					
Fase de Melhoria	OUT-2010	NOV-2010																					
Fase de Controlo	NOV-2010	DEZ-2010																					
Data de Conclusão	DEZ-2010																						
Datas de Finalização: (15)																							
Resultados Financeiros esperados: (16)	Quantidade	Descrição																					
Membros da Equipa: (17) Sponsor: Diogo MOREIRA (Administrados dos SAS); CHAMPION: Rui ALVES (ESTG); Project Leader e Black Belt: Rui Pedro LIMA; Membros da Equipa: Damiana MATOS (controller das cantinas), Mónica (Produção)																							
Recursos Esperados (Internos/Externos): (18) Colaboração de 2 elementos para auxílio na aquisição de dados. Possível necessidade de intervenção da LINDE (fornecedora de gases)																							
Avaliação do Risco: (19) Alteração do processo produtivo poderá gerar questões do <i>forum</i> microbiológico.																							
Preparado por: (20) Rui Pedro Lima	Data última revisão: (21) JAN2010																						

Quadro 4.3 – Ficha do Projecto

Qualquer projecto só pode vingar quando há um envolvimento total por parte de todos os intervenientes. Fundamentalmente, ao nível da gestão de topo, é necessário que exista uma atitude pró-activa e que promova a disponibilização dos recursos necessários à correcta execução do projecto, com consequente cumprimento dos objectivos.

A elaboração de registos com detalhes, tais como, expectativas, marcos do projecto, datas de finalização, etc., tem o claro objectivo de promover a reflexão efectiva relativa a estes, o que vai criar o envolvimento e responsabilização de todos os intervenientes do projecto. Estes pressupostos, juntamente com o conhecimento inequívoco da colocação temporal de tudo o que se pretende alcançar, facilita o desenvolvimento de projectos bem sucedidos.

Como complemento da ficha de projecto, e para especificar uma componente importantíssima em qualquer organização/projecto - os recursos humanos - há necessidade de proceder a uma distribuição inequívoca das responsabilidades pelos diferentes intervenientes. Assim sendo, ficaram definidos os membros da equipa e respectivas responsabilidades como se resume no Quadro 4.4.

Matriz RACI

Nome do Projecto: 6 Sigma na gestão de cantinas escolares

Key:

R = Responsável - Pessoa que executa uma actividade/tarefa (1 ou mais pessoas).

A = Auditor - Pessoa que pretende que a actividade/tarefa esteja terminada e verifica cumprimento (apenas 1).

C = Consultor - Pessoa que é consultada antes da actividade/tarefa ser realizada (1 ou mais pessoas).

I= Informada - Pessoa que é informada após a execução da tarefa/actividade (1 ou mais pessoas).

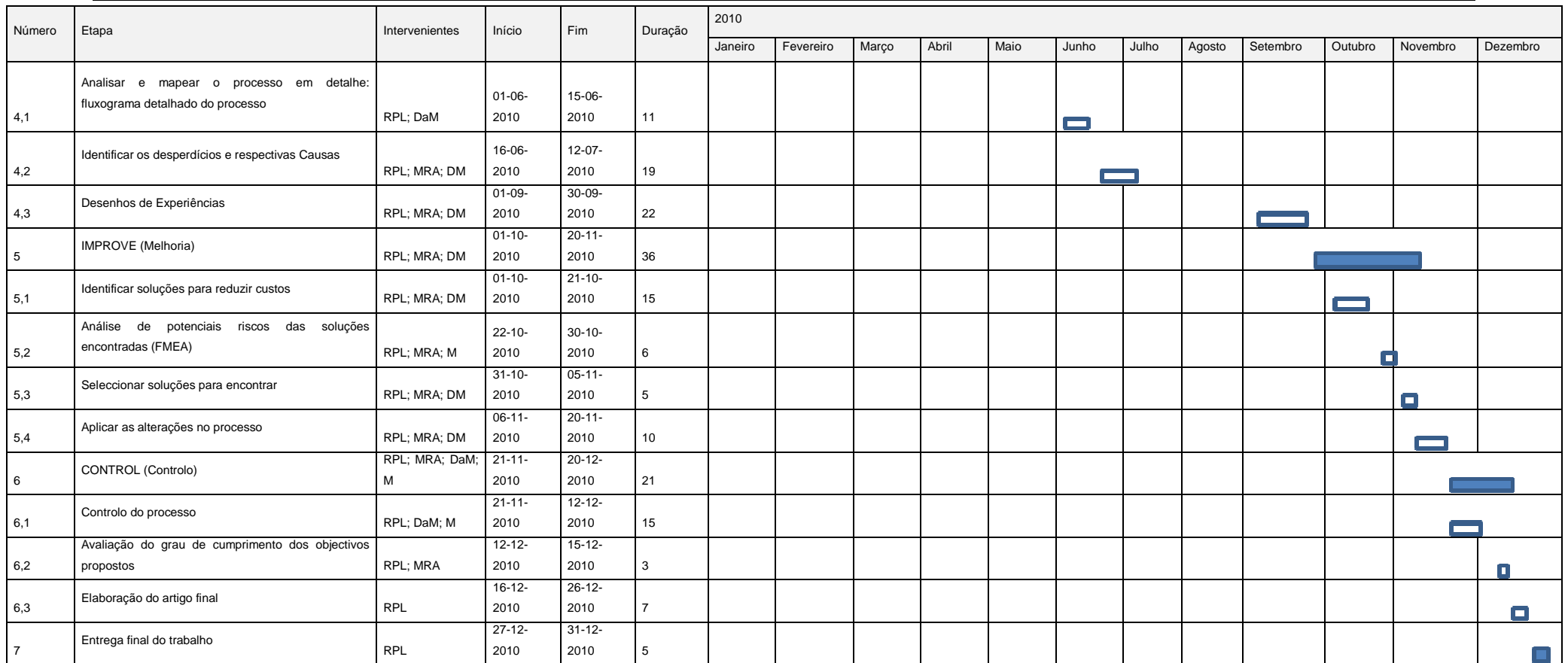
Passo	Actividade/Tarefa	Membros da Equipa				
		<i>Sponsor</i>	<i>Champion</i>	<i>Project Leader e Black Belt</i>	<i>Team Member</i>	<i>Team Member</i>
		Diogo Moreira	Manuel Rui Alves	Rui Pedro Lima	Damiana Matos	Mónica
1	Identificação da área de intervenção do projecto	A	R	I		
2	Planeamento das actividades	I	A	R		
3	Garantir recursos para o desenvolvimento do projecto	R	I	A		
4	Análise do impacto financeiro	A	I	R		
5	Execução de actividades no terreno	A	I	C	R	C
6	Gestão da mudança e motivação dos colaboradores envolvidos	C	I	A	R	R
7	Utilização das ferramentas 6S		A	R		
8	Revisão do projecto	I	A	R		

Quadro 4.4 Matriz RACI

Para além dos elementos referidos na Matriz RACI viriam a ser necessárias colaborações ocasionais de outros elementos que não foram incluídos nesta matriz pelo facto de serem esporádicos.

Na sequência da metodologia DMAIC, e para ficar terminada a etapa da Definição, foi necessário pensar, esquematizar, balizar temporalmente e com a precisão possível, todas as tarefas das diferentes fases do projecto. O diagrama de *Gantt* que está representado no Quadro 4.5 foi a ferramenta utilizada para materializar o *output* de todo este raciocínio.

Número	Etapa	Intervenientes	Início	Fim	Duração	2010											
						Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
1	Início do Projecto: Definir com a Gestão qual a área a intervir e definir a equipa de trabalho	RPL; MRA; DM	04-01-2010	29-01-2010	20												
1,1	Definição da estratégia - Balanced Score Card e Análise SWOT	RPL; MRA; DM	04-01-2010	29-01-2010	20												
2	DEFINE (Definição)	RPL; MRA; DM	01-02-2010	31-03-2010	43												
2,1	Definição de objectivos para projecto	RPL; MRA; DM	01-02-2010	05-02-2010	5												
2,2	Traçar mapa do processo (SIPOC) e identificar inputs/outputs	RPL	08-02-2010	12-02-2010	5												
2,3	Definir responsabilidades e actividades a desenvolver	RPL	15-02-2010	01-03-2010	11												
2,4	Definir KPIs do processo	RPL	02-03-2010	10-03-2010	7												
2,5	Análise de benefícios e custos do projecto	RPL; MRA	11-03-2010	31-03-2010	15												
3	MEASURE (Medição)	RPL; DaM; DM;MRA	01-04-2010	30-05-2010	42												
3,1	Compilar dados existentes	DaM; DM	01-04-2010	25-04-2010	17												
3,2	Avaliar dados existentes	RPL; MRA	26-04-2010	10-05-2010	11												
3,3	Validar/redefinir objectivos do processo	RPL; MRA; DM	11-05-2010	31-05-2010	15												
4	ANALYSE (Análise)	RPL; MRA; DM	01-06-2010	30-09-2010	58												


Quadro 4.5 - Diagrama de Gantt

4.2 Medição

Como nota introdutória à fase de medição é importante referir que alguns dos dados aqui apresentados foram obtidos através da consulta do histórico da base de dados dos SAS do IPVC.

A fase de medição é aquela em que se começa a dar forma ao definido na primeira fase e, tal como planeado, a recolher e compilar todos os dados relevantes para ao processo. O melhor instrumento utilizado para a obtenção dos indicadores financeiros presentes foi o *Tableau de Bord* em uso nos SAS como ferramenta de rotina.

A da Tabela 4-1 foi construída com o intuito de poder verificar a evolução das refeições servidas de 2004 a 2009 nas diferentes escolas. Como pode ser constatado, com a excepção da Escola Superior de Tecnologia e Gestão (ESTG), há uma diminuição generalizada do número de refeições que vem sendo servida ao longo dos anos.

Tabela 4-1- Número de refeições servidas por unidade alimentar entre os anos de 2004 a 2009 nas diferentes escolas.

Escola		ESTG	ESA	ESCE	ESE-Melgaço	CA	ESS	ESE	TOTAL
Ano	2009	41410	19743	1209	5531	12460	6252	7246	93851
	2008	33580	20527	-	6717	14660	9008	14893	99385
	2007	34942	24849	-	4302	16519	10375	18780	109767
	2006	34977	22240	-	2859	15477	11184	18701	105438
	2005	37873	25766	-	76	18157	10511	19124	111507
	2004	35695	25777	-	-	18907	11103	21578	113060
Total		218477	138902	1209	19485	96180	58433	100322	633008

Paralelamente à diminuição que se tem verificado ao longo dos anos, especialmente entre 2008 e 2009, há um número de refeições pouco significativo que é servido em locais geograficamente distantes, como se evidencia através da Figura 4-2. Não obstante o distanciamento geográfico, a distribuição entre as unidades não é de todo equitativa. A discrepância é evidente: 71% das unidades representam de 35% de toda a produção, enquanto somente 29% representam 65%.

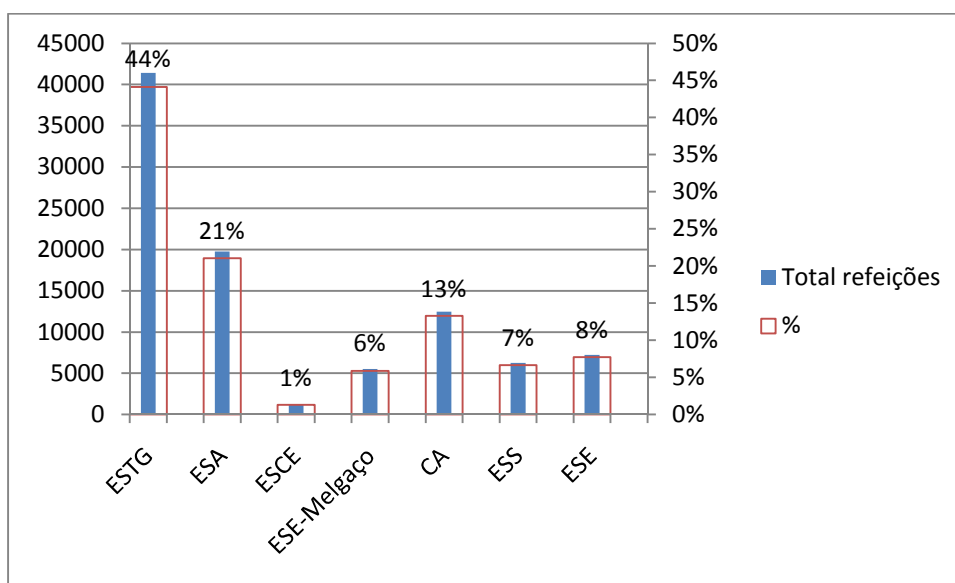


Figura 4-2 Número de refeições servidas em 2009 por unidade alimentar com indicação percentual

Além do estudo desta variabilidade é relevante a análise da eventual flutuação do número de refeições ao longo dos meses do ano.

A Tabela 4-2 indica o número de refeições fornecidas em cada unidade alimentar dos SAS em 2009.

Tabela 4-2 – Número de refeições servidas por unidade alimentar em 2009

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Total	Média de refeições por dia nas cantinas
ESTG	3842	2402	5883	4703	3677	3804	1312	1685	6780	4849	2473	41410	209
ESE	1120	546	829	617	693	508	257	518	1030	789	339	7246	37
ESS	884	684	667	573	441	441	176	393	861	758	374	6252	32
CA	1125	782	1411	984	1123	970	396	689	3027	1430	523	12460	63
ESA	1877	810	2363	1596	1834	1355	547	1145	3382	3345	1489	19743	100
ESCE	-	-	-	-	-	-	-	-	463	497	249	1209	22
Total	8848	5224	11153	8473	7768	7078	2688	4430	15543	11668	5447	88320	462

Entre as 88320 refeições servidas no ano de 2009, verifica-se que os meses de maior movimento são Março e Outubro (coincidentes com o início dos semestres lectivos).

Existem indicadores, como verificável através da análise do Quadro 4.6 e corroborado através da Figura 4-3, que evidenciam uma elevada discrepância não só entre o número de refeições servidas ao longo dos meses, mas também no custo médio de despesas alimentares imputadas à refeição. Enquanto o primeiro aspecto pode ser facilmente explicado com a flutuação normal da permanência do tecido estudantil nas instalações escolares, já o segundo denota alguma imprecisão na forma como se realiza a colheita dos dados (*quiçá* a metodologia adoptada não esteja a ser correctamente aplicada).

Esta situação pode levar a graves erros de avaliação prévia e poderá estar a influenciar o custo da refeição. Como se verá adiante, esta situação foi minimizada através da utilização do custo médio anual das despesas alimentares a imputar à refeição.

Embora nesta fase não existam dados concretos, sabe-se que a variação diária é também importante. O número de refeições servidas varia significativamente com os dias da semana, principalmente à 6ª feira, que é muito reduzido.

A Figura 4-3 demonstra graficamente a evolução do número de refeições servidas durante o ano de 2009 nas cantinas dos SAS.

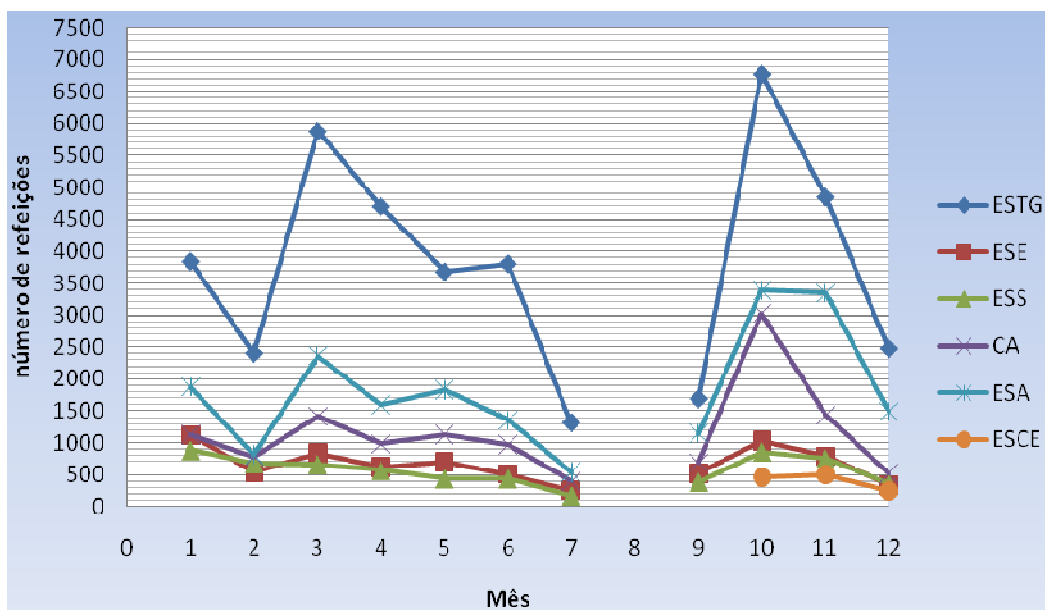


Figura 4-3 - Representação gráfica do número de refeições nas unidades por mês em 2009

Gestão Financeira				Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Total JAN_DEZ
Cantina Central Viana Castelo	Despesas c/ 2009			7.737,05 €	7.430,71 €	6.677,93 €	7.031,68 €	6.046,54 €	12.487,94 €	4.915,70 €	5.546,28 €	5.920,74 €	6.732,14 €	15.782,40 €	7.988,10 €	94.297,21 €
	Pessoal 2008			4.512,72 €	4.393,28 €	4.535,49 €	4.428,57 €	4.576,96 €	7.875,54 €	4.438,41 €	3.827,18 €	4.011,12 €	4.464,60 €	7.943,16 €	4.721,07 €	59.728,10 €
	Despesas C/generos imputadas aos Bares			1.040,93 €	699,85 €	978,85 €	909,15 €	718,70 €	958,40 €	437,55 €		619,71 €	1.526,00 €	1.660,59 €	1.278,49 €	10.828,23 €
	Despesas c/ 2009			21.224,91 €	9.600,67 €	11.719,24 €	7.762,81 €	12.100,71 €	5.939,74 €	2.449,33 €	312,97 €	10.192,65 €	11.995,69 €	9.534,18 €	2.810,34 €	105.643,23 €
	gêneros alimentares +Refeições 2008			1.459,83 €	30.503,28 €	21.011,12 €	18.076,19 €	9.640,78 €	11.502,74 €	12.189,03 €	5.465,30 €	14.461,16 €	13.361,16 €	21.189,71 €	60.028,67 €	218.888,97 €
	Confeccionadas															
	Custo médio despesas alimentares por refeição			3,04 €	2,18 €	1,33 €	1,13 €	2,04 €	1,04 €	1,14 €	312,97 €	2,89 €	1,33 €	1,22 €	0,74 €	1,62 €
	Nº de refeições 2009			6971	4414	8790	6877	5934	5723	2141	1	3532	9034	7805	3796	65018
	Nº de refeições do ano anterior (2008)			7927	7158	6735	9708	6092	4802	2250	100	2899	10564	8771	5135	72141
	Nª de não conformidades e Reclamações			3,00	5,00	11,00	3,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	23,00

Quadro 4.6 - Indicadores financeiros da Cantina dos SAS do IPVC no ano de 2009

Como complemento dos indicadores financeiros, e segundo Kaplan e Norton (1996), os indicadores não financeiros têm um papel muito relevante na monitorização do desempenho operacional da organização. É portanto fundamental a medição do desempenho, conseguida através de inquéritos que permitam ter a percepção que os clientes têm do serviço. Estes dados estão apresentados na Tabela 4-3- Monitorização do desempenho.

Tabela 4-3- Monitorização do desempenho

Área de Alimentação - Cantinas							
(1- mau; 2- razoável; 3 bom; 4- muito bom)							
Área de Alimentação - Cantinas		Ano 2009			Avaliação média 2008	Avaliação 2007	Avaliação 2005
(1- mau; 2- razoável; 3 bom; 4- muito bom)		Nº Alunos	Nº Respostas	Avaliação			
Centro Académico	1, Atendimento:	-	-	-	-	-	-
	1.1. Simpatia				3,21		
	1.2. Higiene				3,37		
	1.3. Rapidez				3,19		
	2, Refeição:				-	-	-
	2.1. Qualidade / Confeção				3,12		
	Total				3,22		
E.S.E	1, Atendimento:	-	-	-	-	-	-
	1.1. Simpatia		39	3,41	3,62		
	1.2. Higiene		39	3,23	3,22		
	1.3. Rapidez		39	2,67	3,01		
	2, Refeição:	-	-	-	-	-	-
	2.1. Qualidade / Confeção		40	2,90	2,81		
	Total			3,05	3,17		
E.S.A.	1, Atendimento:	-	-	-	-	-	-
	1.1. Simpatia		38	3,24	3,29		
	1.2. Higiene		38	3,13	3,08		
	1.3. Rapidez		38	2,68	2,63		
	2, Refeição:	-	-	-	-	-	-
	2.1. Qualidade / Confeção		38	2,89	2,95		
	Total			2,99	2,99		
E.S.T.G.	1, Atendimento:	-	-	-	-	-	-
	1.1. Simpatia		76	3,16	2,70		
	1.2. Higiene		77	2,53	2,65		
	1.3. Rapidez		77	2,18	2,38		
	2, Refeição:	-	-	-	-	-	-
	2.1. Qualidade / Confeção		76	2,54	2,29		
	Total			2,60	2,50		
E.S.E.N.F.	1, Atendimento:	-	-	-	-	-	-
	1.1. Simpatia		44	2,93	3,33		
	1.2. Higiene		44	3,14	3,05		

	1.3. Rapidez		42	2,55	2,44		
	2. Refeição:	-	-	-	-	-	-
	2.1. Qualidade / Confeção		44	2,20	2,25		
	Total			2,71	2,77		
E.S.C.E.	1. Atendimento:	-	-	-	-	-	-
	1.1. Simpatia		38	3,61			
	1.2. Higiene		38	3,26			
	1.3. Rapidez		39	2,74			
	2. Refeição:	-	-	-	-	-	-
	2.1. Qualidade / Confeção		37	3,08			
	Total			3,17			
Total Cantinas							
	1.1. Simpatia		235	3,24	3,13		
	1.2. Higiene		236	2,97	3,00		
	1.3. Rapidez		235	2,50	2,71		
	2. Refeição:	-	-	-	-	-	-
	2.1. Qualidade / Confeção		235	2,68	2,64		
	índice médio de satisfação			2,85	2,87		

Ainda segundo a Tabela 4-3, e a um nível médio, os indicadores mostram que as diferentes rubricas avaliadas quase não variaram de 2008 para 2009. De assinalar o índice médio de satisfação que, embora tendo sido alvo de um aumento apenas tímido, é sempre de salutar.

Toda a informação recolhida nesta fase do DMAIC é fundamental para que haja comparação entre o desempenho antes e depois da introdução das modificações no processo produtivo.

4.3 Análise

É da interpretação dos resultados anteriormente apresentados que surge a necessidade de implementação de um projecto que vise fundamentalmente, distribuir de modo uniforme os meios disponíveis de forma a atenuar a enorme discrepância verificada entre os diferentes meses.

Depois da sua interpretação, quis saber-se qual era a representatividade e evolução dos principais custos operáveis pelos SAS.

A Figura 4-4 traduz a imagem gráfica da expressão de cada custo. Assim, pode visualizar-se que, não obstante uma ligeira diminuição do custo total do ano 2008 para 2009, há um incremento significativo da componente “Despesa Pessoal” com a consequente descida da componente “Géneros”.

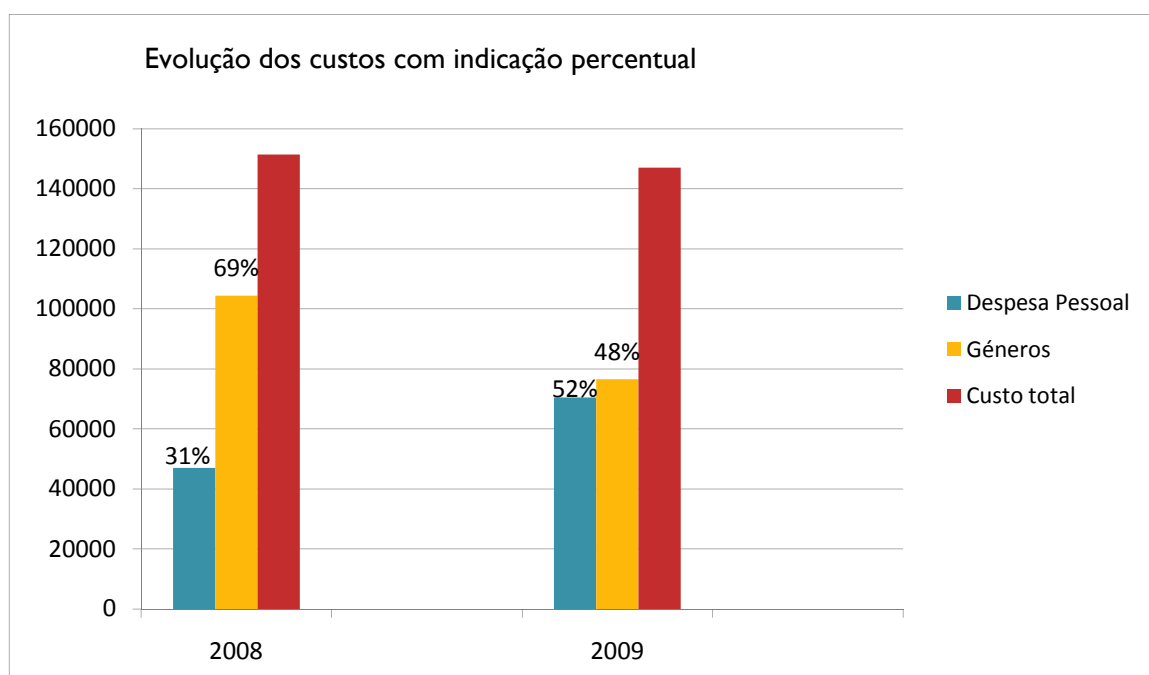


Figura 4-4 -Evolução dos custos com indicação percentual

Para aprofundar a análise dos dados, houve necessidade de estudar a variação destes indicadores ao longo do tempo. Tal como é confirmado pela Figura 4-5, a

variação dos custos com pessoal ao longo do ano é evidente. Esta variação pode ser interpretada como independente da produção efectiva, visto os meses de maior índice produtivo serem os de Março e Outubro. O mesmo acontece com os custos dos géneros apresentados graficamente na Figura 4-6. o nível do rigor de imputação dos diferentes custos parece não ser o melhor, dado que as variáveis “número de refeições produzidas” e “Despesas c/ géneros alimentares e refeições confeccionadas” terem a “obrigatoriedade” de andarem sistematicamente emparelhadas.

Já no que diz respeito à hipotética relação do “número de refeições produzidas” e “custos com o pessoal”, a variação observada poderia ter tido origem no diferencial pago aos colaboradores em meses específicos de férias escolares e situações não previsíveis. No entanto, as oscilações apresentam variações muito significativas.

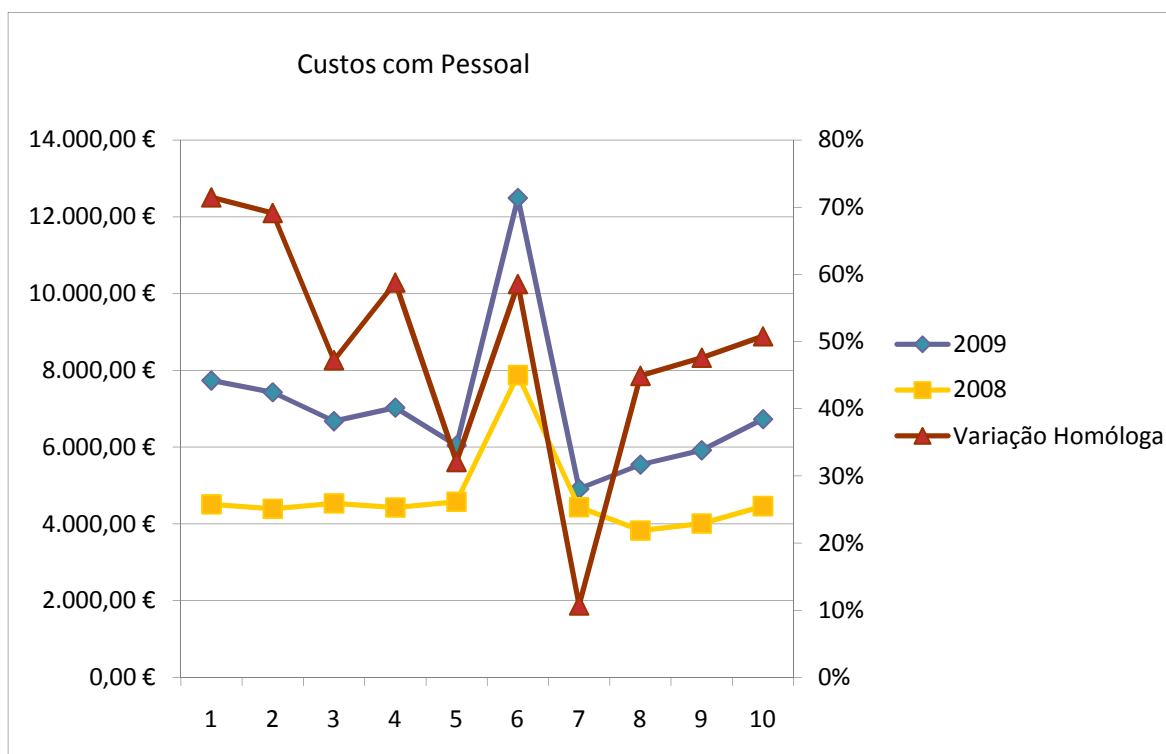


Figura 4-5- Custos com pessoal

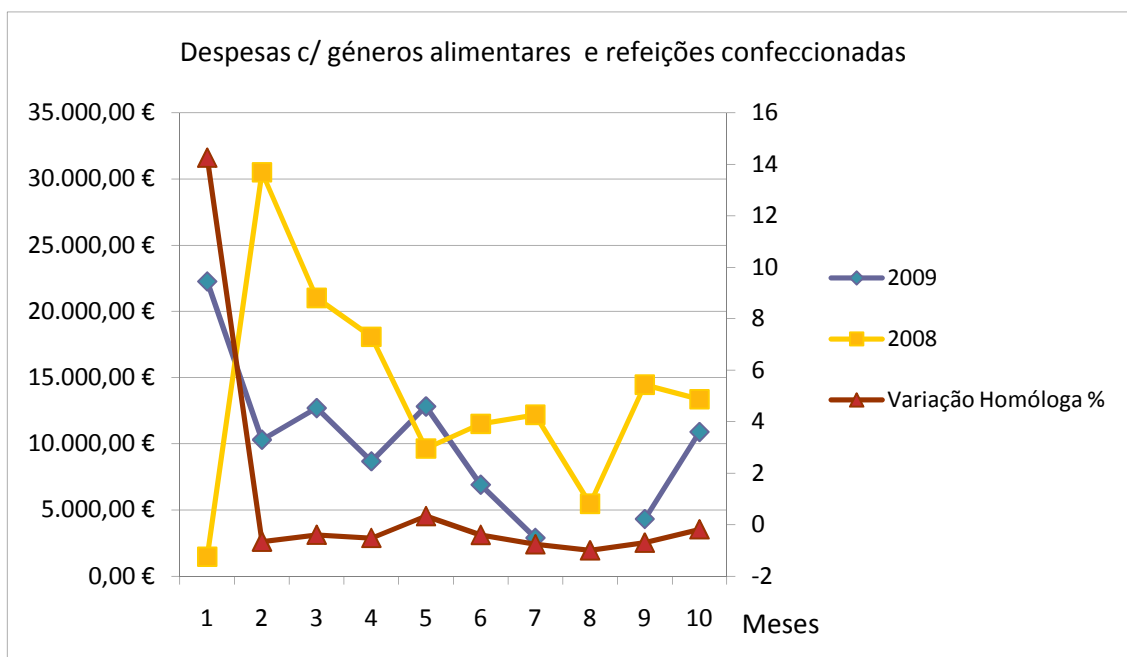


Figura 4-6 - Despesas c/ géneros alimentares e refeições confeccionadas

4.3.1 Cálculo dos KPI

Segundo o descrito na fase de Definição, estava previsto o cálculo de dois KPIs:

- Quebra da Qualidade e Segurança Alimentar – [QSA]

Segundo a Equação 4-1 - Quebra da Qualidade e Segurança Alimentar, e utilizando os dados do Quadro 4.6 - Indicadores financeiros da Cantina dos SAS do IPVC:

$$QSA = (23/65018) * 100 = 0.035$$

- Melhoria da Qualidade Perceptível - [MQP]

Segundo a Equação 4-2 - Melhoria da Qualidade Perceptível - [MQP] , e utilizando os dados da Tabela 4-3- Monitorização do desempenho:

$$[MQP] = ([2.87] - [2.85]) / [2.85] * 100 = - 0.702$$

O cálculo dos KPIs é fundamental tanto para existir base comparativa com as alterações que vão ser introduzidas na fase seguinte, como para permitir o acompanhamento de toda a evolução dos parâmetros chave para a organização e para o cliente. Relativamente ao valor obtido na QSA, embora apresente um valor aparentemente baixo, se for considerado para o cálculo do número de defeitos por milhão de oportunidade reflecte um valor na ordem dos 357,74 que corresponde a um nível sigma de 4,89. A MQP apresentou um valor negativo o que representa uma quebra, embora ligeira, da percepção de qualidade avaliada pelo cliente. É, com estas determinações que se dá por concluída a fase de Análise dos dados colhidos durante a fase de Medição.

4.4 Melhoria

Uma vez entendidas as principais fontes de variação, e tendo o processo relativamente estabilizado, foi possível identificar problemas e procurar soluções que permitissem melhorias no processo de fabrico.

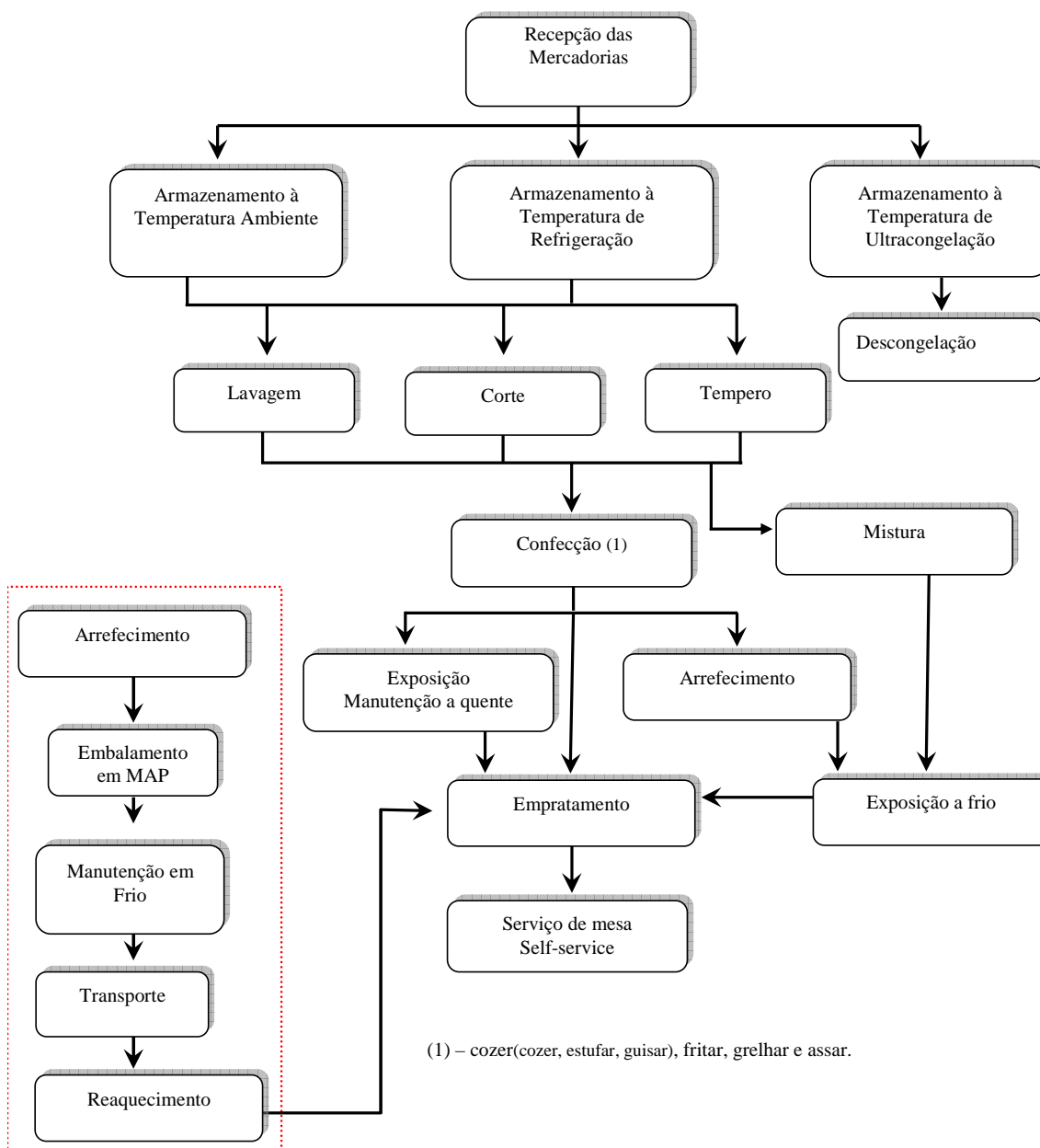
Tal como já foi referido, e devidamente estudado na fase inicial do projecto, foram identificados quais as possíveis acções a levar a cabo para colmatar as lacunas que entretanto surgiram, e aproveitar a oportunidade para que fosse melhorada a eficiência do processo.

Uma medida importante neste sentido tinha já sido realizada pelo Departamento de Engenharia Alimentar, com vários estudos piloto que pretendiam avaliar a estabilidade de vários tipos de alimentos, quando submetidos a alterações da atmosfera no processo de embalagem. Além disso, neste departamento, procedeu-se à análise de diversos parâmetros importantes para o êxito desta tarefa, tais como, a estabilidade química, microbiológica e sensorial. Os resultados obtidos permitiram uma optimização das concentrações dos diferentes gases em refeições completas, como por exemplo, no processo de embalagem de legumes crus e cozidos. Assim, o estabelecimento das condições óptimas permitiu a melhoria da metodologia e posterior passagem à fase de *SCALE UP*

4.4.1 Scale Up

A alteração do processo produtivo fez-se com a introdução de uma componente de embalamento em atmosfera modificada, armazenamento refrigerado, transporte e reaquecimento (regeneração) conforme demonstrado na quadrícula destacada a picotado do Quadro 4.7. O abatedor de temperatura do Departamento de Engenharia Alimentar foi movido para a cantina que, conjuntamente com a instalação de um novo equipamento de embalagem em atmosfera modificada (com capacidade para embalar tabuleiros GN1/1

(Contentores gastronómicos em aço inox 530 x 325mm) e GN1/2 (Contentores gastronómicos em aço inox 325 x 265mm), fez com que estivessem reunidas as condições necessárias para a cantina começar a implementar a nova tecnologia.



Quadro 4.7 - Fluxograma do processo, incluindo a componente relativa à conservação em MAP

Tal como se mostra na matriz RACI (Quadro 4.4), todas as fases de desenvolvimento foram realizadas no Departamento de Engenharia Alimentar, com o pessoal a ele afecto. A especificação para o novo subprocesso de fabrico foi passada para os SAS, área das cantinas, e respectivo pessoal.

Consequentemente, devido à divisão existente, criou-se uma certa descontinuidade no projecto em curso, pelo que se procedeu à elaboração de um FMEA (*Failure mode and effects analysis*). O objectivo deste FMEA consistiu em transferir a tecnologia do Departamento de Engenharia Alimentar, para as cantinas, mas tendo acoplado uma análise preventiva dos modos de falha.

A elaboração de um mapa de modo de falha e análise de efeitos, específico para o novo sub-processo antes do início da produção, tem sempre grande importância para o bom desempenho de todo o processo e consequente minimização da probabilidade de falha.

Análise de modos de falha potenciais e seus efeitos										
Informação sobre o produto		Cozinha		Responsável pelo Desenho		Rui Pedro Lima				
Informação sobre o produto						Data chave				
Equipa:										
Item função ----- Processo função Requisitos	Modo Potencial de Falha	Efeitos Potenciais da Falha	Severidade	Classe	Causas Potenciais / Mecanismos de falha	Ocorrência	Controlos Actuais do Processo	Deteção	R.P.N.	Acções Recomendadas
1	Tempo de espera entre a confeção e o arrefecimento	Potencial crescimento microbiano	8		Falha no cumprimento das especificações	8		4	256	Efectuar arrefecimento imediatamente após a confeção
1	Arrefecimento lento da refeição	Potencial crescimento microbiano	8		Falha no equipamento	2		8	128	Verificar o equipamento e re-arrefecer
1	Contaminação entre a confeção e o embalamento	Potencial crescimento microbiano	8		Falha no cumprimento das Boas Práticas de Fabrico (BPF)	2		8	128	Cumprimento das BPF com supervisão
2	Vácuo insuficiente antes de introduzir gás	Potencial crescimento microbiano a médio prazo	8		falha no equipamento	2		8	128	Fazer um branco com um objecto inerte (ex.prato) e monitorizar (para verificar pós operação)
2	Introdução do gás	Potencial crescimento microbiano a médio prazo	8		falha de gás	2		1	16	Fazer um branco com um objecto inerte (ex.prato) e monitorizar; verificar a pressão no manómetro da garrafa do gás
2	Selagem	Potencial crescimento microbiano a médio prazo	8		falha no equipamento/ má manipulação	8		2	128	Verificar a selagem visualmente e garantir que não existem pregas ou zonas mal coladas. Avaliar a existência de fugas
2	Acondicionamento	Rompimento do saco - perda do controlo da atmosfera da embalagem	8		má manipulação	8		1	64	Nunca colocar os tabuleiros em contacto uns com os outros
2	Embalagem (saco)	Permeabilidade aos diferentes tipos de gás	9		Tipo de embalagem inadequado	2		8	144	Medir a permeabilidade das embalagens aos gases e garantir a utilização de embalagens adequadas.
2	Embalagem (saco)	Rompimento do saco - perda do controlo da atmosfera da embalagem	8		má manipulação	8		4	256	Manipular a embalagem com o máximo cuidado e avaliar a existência de microfugas.
3	Transporte	Potencial crescimento microbiano	8		falha no equipamento	2		8	128	Controlar a temperatura de transporte
3	Manuseamento	Potencial crescimento microbiano	8		Falha no cumprimento das BPF	2		8	128	Cumprimento das BPF com supervisão
3	Embalagem/Transporte	Potencial crescimento microbiano	8		Falha no cumprimento das BPF	2		8	128	Monitorizar o teor de gases na embalagem
3	Regeneração	Potencial crescimento microbiano	9		Falha no cumprimento das especificações	2		8	144	Aquecimento homogéneo de toda a refeição com Tª superior a 70°C

Quadro 4.8 - FMEA relativo à modificação inserida no processo

Para testar possíveis falhas no processo de fabrico, a cantina esteve a desenvolver o seu trabalho normal, e simultaneamente a produzir refeições embaladas em MAP, com monitorização dos teores de gases (N_2 , CO_2 e O_2) e análises microbiológicas. Os resultados obtidos encontram-se descritos nas Tabela 4-4 e Tabela 4-5. Como se pode constatar, a atmosfera da embalagem não permaneceu modificada e os resultados microbiológicos revelaram que a refeição estava imprópria para o consumo. Por isso, a análise de falhas por si só revelou-se insuficiente, pois muitos dos hábitos adquiridos ao longo dos anos pelos colaboradores tornou o processo ineficaz. Assim, optou-se por realizar uma acção de formação (conteúdos apresentados no Quadro 4.9), onde se procurou identificar e corrigir os prováveis erros de manuseamento e falhas técnicas que originaram estes maus resultados.

Tabela 4-4 -Monitorização da constituição dos gases presentes na embalagem no ensaio piloto

Prato	Ing. Prato	N_2	O_2	CO_2
Espetadas com arroz	Espetada	80.1	19,9	0
Espetadas com arroz	Arroz	75.5	17.6	6.9
Rojões com batata	Rojões	77.1	19.8	3.1
Rojões com batata	Batata	80.7	9.06	10.3

Tabela 4-5 - Resultados microbiológicos das refeições no ensaio piloto

		1	2	3	4	5	6	7	8	9
		ufc/g	ufc/g	ufc/g	ufc/g	ufc/g	ufc/g	ufc/g	ufc/g	ufc/g
Espetadas com arroz	T0	3.0×10^6	1.5×10^6	<10	A	<10	<10	1.5×10^4	<10	<10
Rojões com batata	T1	3.0×10^6	8.2×10^4	<10	A	<10	<10	<10	<10	<10

LEGENDA:

- | | |
|--|--|
| 1- Contagem Microrganismos mesófilos (30°C) | 6- Contagem Esporos de clostrídios sulfito-redutores |
| 2- Contagem Bactérias coliformes | 7- Bolores e Leveduras |
| 3- Contagem Escherichia coli β -glucuronidase+ | 8- Bacilos cereus |
| 4- Pesquisa Salmonella | 9- Listeria monocytogenes |
| 5- Contagem Estafilococos coagulase + | |

Fases	Conteúdos	Metodologia	Técnica/Actividade	Avaliação	Duração
4.4.1.1.1.1 Introdução	Apresentação do Formador	Expositiva	_____	_____	10 min.
	Divulgação dos objectivos das sessões do Módulo	Expositiva	Comunicação oral pelo formador (com recurso a PPT)		
Desenvolvimento	Como surgem as doenças de origem alimentar e quais as consequências na saúde humana.	Expositiva e Interrogativa	Exposição dos conceitos pelo formador (com recurso a slides do PPT), introduzindo exemplos práticos publicitados pelos media, com exploração oral dos conhecimentos dos formandos a partir de debate.	Observação e análise da participação dos formandos.	60 min.
	A importância da Higiene Pessoal e a Conduta de Higiene Pessoal a respeitar durante as operações de fabrico	Expositiva e Interrogativa			15 min.
	Compreensão da necessidade de respeitar o plano de higienização.	Expositiva e Interrogativa			15 min.
	Utilização correcta dos materiais de embalagem.	Expositiva e Interrogativa			35 min.
Conclusão	Resumo das normas de higiene e segurança alimentar a respeitar	Interrogativa	_____		15 min.

Quadro 4.9 Conteúdos do módulo de formação

Após a devida formação dos colaboradores, determinadas as condições de controlo e supervisão, e garantido todo o cumprimento das boas práticas que de uma forma directa ou indirecta se reflectam na qualidade e segurança alimentar, estavam criadas todas as condições para que se iniciasse a produção com as alterações planeadas.

Neste estudo, utilizando o protocolo já anteriormente definido no Quadro 4.7, foram produzidas 5 refeições, sendo que o tempo que mediou entre a sua confecção e a regeneração/empratamento foi de 8 dias.

A operacionalização do projecto consistiu na produção em massa das refeições durante a semana I na Cantina Central e regeneração e distribuição das refeições na semana II no refeitório da ESS.

A estratégia adoptada e o cronograma seguido consistiu em:

1. Durante a semana I produziram-se 5 pratos distintos, em 3 dias diferentes na Cantina Central;
2. Durante a semana I e parte da semana II armazenaram-se sob temperatura de refrigeração, na Cantina Central os alimentos entretanto confeccionados;
3. Durante a semana II, transportaram-se diariamente sob temperatura de refrigeração, as embalagens da Cantina Central para a cantina da ESS, onde se regeneraram e se emprataram.

Os pratos confeccionados foram os descritos seguidamente (apresentam-se as respectivas fichas técnicas no anexo III):

- Frango assado com batata e arroz;
- Peixe vermelho assado com batata;
- Espetada de carne com arroz e batata;
- Lombo de porco assado com arroz;
- Carne de Vaca com arroz.

O número de refeições servidas nos diferentes refeitórios durante estas duas semanas, encontra-se na Tabela 4-6. A quantidade de cada prato produzido na cantina central na semana I, e servido no refeitório da ESS na semana II apresenta-se na Tabela 4.7.

Tabela 4-6 - Número de refeições servidas nos diferentes refeitórios dos SAS nas semanas I e II

MÊS NOVEMBRO 2011										
	DIA	ESTG		ESA		ESE	CA	ESS	ESCE	MELGAÇO
		Almoço	Jantar	Almoço	Jantar	Almoço	Almoço	Almoço	Almoço	Almoço
SEMANA I	3	180	69	71	35	90	80	53	15	33
	4	21	129	107	55	100	85	46	20	46
	5	171	129	55	16	82	88	36	16	31
	6	195	104	58	53	98	70	40	15	41
	7	132	58	60	7	66	15	22	15	13
SEMANA II	10	186	85	65	38	90	60	39	20	33
	11	224	434	87	35	114	98	15	24	47
	12	203	106	79	29	83	84	30	11	38
	13	206	101	57	33	112	52	51	21	42
	14	145	92	67	26	49	22	7	8	14

LEGENDA:

ESTG Escola Superior de Tecnologia e Gestão
 ESA Escola Superior Agrária
 ESE Escola Superior de Educação
 CA Centro Académico
 ESS Escola Superior de Saúde
 ESCE Escola Superior de Ciências Empresariais

Tabela 4-7 - Datas de produção Vs apresentação da refeição

Prato	Produzido na cantina Central no dia (do mês)	Servido no refeitório da ESS no dia (do mês)
Frango assado com batata e arroz	4	10
Peixe vermelho assado com batata	4	13
Espetada com arroz e batata	5	12
Lombo porco assado com arroz	5	12
Carne de Vaca com arroz	6	14

Uma vez que os recursos humanos envolvidos são os mesmos, pode contabilizar-se o aumento produtivo que resulta da alteração de metodologia, como pode ser comprovado através da Tabela 4-8 visto que nos 3 dias em que existiu aumento de produção os valores de incremento produtivo variaram entre os 4 e os 22 pontos percentuais. Os valores obtidos na variação não são dependentes do aumento do número de refeições preparadas, mas sim da procura por parte do cliente. Quanto maior for o número de clientes, maior será a percentagem de incremento produtivo.

Tabela 4-8 - Produção na cantina central nas 2 primeiras semanas de Novembro

MÊS NOVEMBRO 2011 - PRODUÇÃO NA CANTINA CENTRAL								
	DIA	ESTG		ESE		CA		INCREMENTO
		Almoço	Jantar	Almoço	Jantar	Almoço	Almoço *	
SEMANA I	3	180	69	90	80	53		0,00
	4	21	129	100	85	46	112	22,72
	5	171	129	82	88	36	84	14,24
	6	195	104	98	70	40	22	4,16
	7	132	58	66	15	22		0,00

Um dos parâmetros mais importantes para avaliar as vantagens da metodologia 6 Sigma é a análise económica. O trabalho desenvolvido nesta fase de *Scale up* pode ser encarado como uma experiência piloto possível de extrapolar os resultados obtidos em duas semanas para um ano inteiro. As premissas usadas para o cálculo foram:

1. Ao número de refeições servidas em 2009, na Cantina Central, foi acrescido 15,9%, que corresponde a 70% do valor máximo de incremento (22,72%) obtido no nosso estudo;
2. O valor do custo fixo médio por refeição foi calculado através da soma das despesas em Recursos Humanos, custos alimentares (preço dos ingredientes) e outros custos (despesas de manutenção da cantina).

Nesta simulação apenas o valor da despesa em Recursos Humanos por refeição sofrem alteração. Se os recursos Humanos se mantiverem e o número de refeições produzidas aumentar, então o custo médio por refeição produzida por funcionário irá diminuir.

4.4.2 Cálculo do Proveito

Tabela 4-9 - Projecção de custos e benefícios no incremento da produção da Cantina Central

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Total JAN_DEZ	Total gasto
Nº de refeições 2009	6971	4414	8790	6877	5934	5723	2141	1	3532	9034	7805	3796	65018	
Custo fixo médio refeição	5,21 €	5,06 €	2,84 €	3,11 €	3,61 €	3,90 €	4,49 €		4,92 €	2,64 €	3,60 €	4,80 €	4,04 €	
Decomposição do custo médio														
Rec. Humanos	1,11 €	1,68 €	0,76 €	1,02 €	1,02 €	2,18 €	2,30 €		1,68 €	0,75 €	2,02 €	2,10 €	1,45 €	
Custos Alimentares	3,04 €	2,18 €	1,33 €	1,13 €	2,04 €	1,04 €	1,14 €		2,89 €	1,33 €	1,22 €	0,74 €	1,62 €	
Outros Custos	1,06 €	1,20 €	0,75 €	0,96 €	0,56 €	0,68 €	1,05 €		0,36 €	0,57 €	0,36 €	1,96 €	0,96 €	508.562,47 €
70 % do valor do incremento máximo alcançado de 22,72% = 15,904%														
Nº de refeições previstas	8080	5116	10188	7971	6878	6633	2482		4094	10471	9046	4400	75358	
Custo fixo médio refeição	5,06 €	4,83 €	2,74 €	2,97 €	3,47 €	3,60 €	4,18 €		4,69 €	2,54 €	3,32 €	4,52 €	3,84 €	
Decomposição do custo médio														
Rec. Humanos	0,96 €	1,45 €	0,66 €	0,88 €	0,88 €	1,88 €	1,98 €		1,45 €	0,64 €	1,74 €	1,82 €	1,25 €	
Custos Alimentares	3,04 €	2,18 €	1,33 €	1,13 €	2,04 €	1,04 €	1,14 €		2,89 €	1,33 €	1,22 €	0,74 €	1,62 €	
Outros Custos	1,06 €	1,20 €	0,75 €	0,96 €	0,56 €	0,68 €	1,05 €		0,36 €	0,57 €	0,36 €	1,96 €	0,96 €	560.332,27 €
Proveito por refeição	0,15 €	0,23 €	0,10 €	0,14 €	0,14 €	0,30 €	0,32 €		0,23 €	0,10 €	0,28 €	0,29 €	0,20 €	
Proveito por mês	1.230,50 €	1.181,78 €	1.062,06 €	1.118,32 €	961,64 €	1.986,08 €	781,79 €		941,63€	1.070,68 €	2.510,03 €	1.270,43 €	14.997,03 €	

Como podemos constatar na Tabela 4-9, há um benefício previsto de €14.997,03 que representa cerca de 2.68% de redução global do custo.

Um outro parâmetro a ser considerado foi a avaliação da aceitabilidade das refeições pelos clientes, tendo sido realizado um inquérito para esse efeito (ver material e métodos, secção 3.4). Os resultados obtidos estão presentes na Tabela 4-10 e na Figura 4-7. Como se pode observar, os níveis de satisfação são elevados. Na apreciação geral, 78% dos avaliadores classificaram a refeição com 4 ou 5 (numa escala de 1 a 5, em que 1 representa o mínimo e 5 o máximo) e apenas 7% deram nota manifestamente negativa (1 e 2). Dos outros quatro parâmetros considerados, o que apresentou melhores resultados foi o cheiro (82% classificaram com 4 ou 5) e o pior resultado foi a temperatura, apenas 41% dos utentes se mostraram muito satisfeitos.

Tabela 4-10 - Resultados do teste feito aos consumidores durante o período de acção

Classificação	Aspecto Geral	%	Cheiro	%	Sabor	%	Textura	%	Temperatura	%	
	1	2	1	1	1	8	5	6	4	9	6
	2	10	6	9	6	29	19	25	16	39	25
	3	21	14	18	12	34	22	22	14	44	29
	4	105	68	109	71	66	43	87	56	47	31
	5	16	10	17	11	17	11	14	9	15	10
	n= 154										

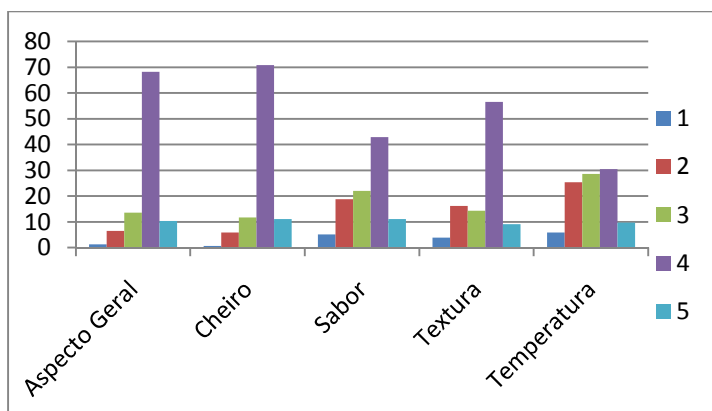


Figura 4-7- Resultados do teste feito aos consumidores durante o período de acção

4.4.3 Controlo do processo produtivo

Durante a fase de melhoria, o controlo do processo produtivo foi feito através de três metodologias distintas.

- Monitorização da composição da atmosfera presente na embalagem aquando a respectiva abertura (Tabela 4-11);
- Análises microbiológicas das refeições em T0 (dia do consumo) e T1 (8 dias após o dia em que foram servidas (Tabela 4-14)
- Resultados do teste de *scoring* do painel de análise sensorial às 5 refeições servidas (Tabela 4-12), assim como os defeitos percebidos (Tabela 4-13)

Tabela 4-11 - Monitorização da constituição dos gases presentes na embalagem aquando a respectiva abertura

Prato	Ing. Prato	N ₂	O ₂	CO ₂
1	Batata	77,41	0,20	22,40
1	Arroz	74,34	0,31	25,35
1	Frango	76,55	0,20	23,25
2	Peixe	78,64	0,29	21,07
2	Batata	78,13	12,70	9,17
3	Espetada	73,68	0,08	26,23
3	Arroz	75,92	0,35	23,73
3	Batata	78,13	12,70	9,17
4	Lombo	78,64	0,29	21,07
4	Arroz	75,92	0,35	23,73
5	Carne	76,37	0,23	23,40
5	Arroz	75,83	0,24	23,93

LEGENDA:

- | | |
|-------------------------------------|--------------------------------|
| 1- Frango assado com batata e arroz | 3- Espetada com batata e arroz |
| 1- Frango assado com batata e arroz | 3- Espetada com batata e arroz |
| 1- Frango assado com batata e arroz | 4- Lombo assado com arroz |
| 2- Peixe vermelho assado com batata | 4- Lombo assado com arroz |
| 2- Peixe vermelho assado com batata | 5- Carne de Vaca com arroz |
| 3- Espetada com batata e arroz | 5- Carne de Vaca com arroz |

Tabela 4-12 - Resultados do teste de *scoring* do painel de análise sensorial às 5 refeições servidas

Classificação	Aspecto Geral					Textura ao toque e corte					Cheiro					Textura ao mastigar					Sabor				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Frango assado com batata e arroz	0	0	0	4	2	0	0	0	6	0	0	0	0	5	1	0	0	0	6	0	0	0	0	6	0
Peixe vermelho assado com batata	0	0	0	4	1	0	0	0	4	1	0	1	1	3	0	0	0	0	4	1	0	1	4	0	0
Espetada com batata e arroz	0	0	0	3	1	0	0	0	3	1	0	0	0	4	0	0	0	1	3	0	0	0	3	1	0
Lombo assado com arroz	0	0	0	4	3	0	0	0	5	2	0	0	0	5	2	0	0	0	5	2	0	0	0	6	1
Carne de Vaca com arroz	0	0	0	5	1	0	0	0	4	2	0	0	0	4	2	0	0	0	2	4	0	0	0	4	2

Tabela 4-13 Defeitos percebidos pelo painel com a respectiva frequência absoluta

Prato	Defeito	Frequência Absoluta
Frango assado com batata e arroz	Arroz aglomerado	1
Frango assado com batata e arroz	Arroz com ligeiro picante	1
Peixe vermelho assado com batata	batata com defeito	5
Espetada com batata e arroz	batata com defeito	4

Do descrito na Tabela 4-11 e corroborado pela Figura 4-8, relativos à monitorização do gás nas embalagens, foi verificado que com excepção da batata que acompanhou o peixe vermelho e a espetada, os resultados obtidos apresentaram-se dentro do esperado, isto é, com níveis residuais de O₂, com a concentrações de CO₂ e N₂ sempre superiores a 20% e 74% respectivamente.

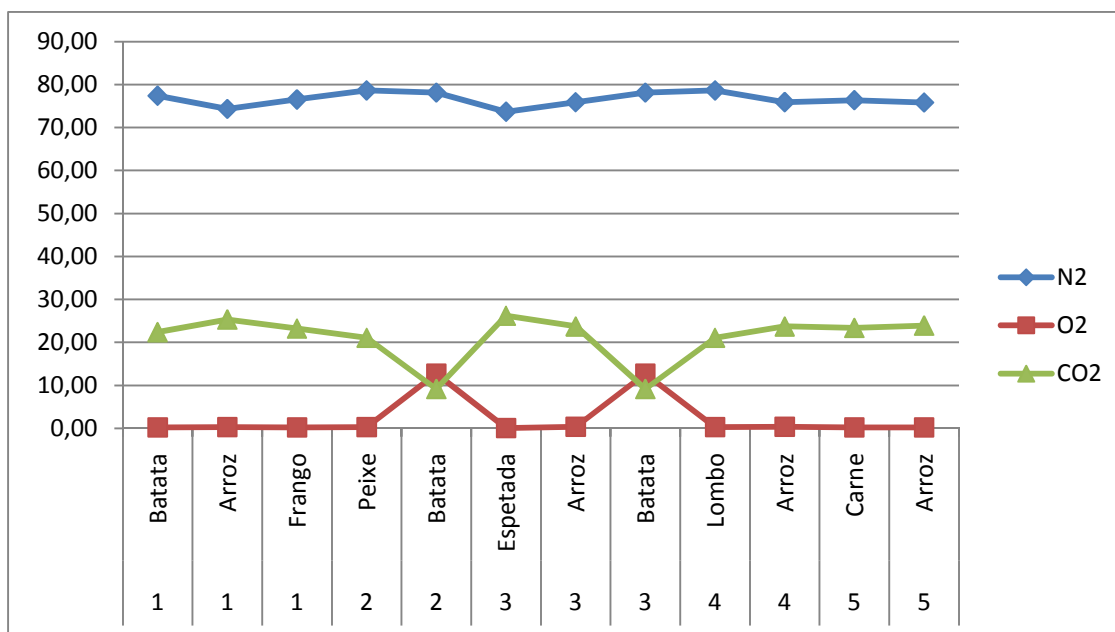


Figura 4-8 - Gráfico representativo da monitorização da constituição dos gases presentes na embalagem aquando da respectiva abertura

LEGENDA:

- | | |
|-------------------------------------|--------------------------------|
| 1- Frango assado com batata e arroz | 3- Espetada com batata e arroz |
| 1- Frango assado com batata e arroz | 3- Espetada com batata e arroz |
| 1- Frango assado com batata e arroz | 4- Lombo assado com arroz |
| 2- Peixe vermelho assado com batata | 4- Lombo assado com arroz |
| 2- Peixe vermelho assado com batata | 5- Carne de Vaca com arroz |
| 3- Espetada com batata e arroz | 5- Carne de Vaca com arroz |

A alteração da composição da atmosfera da embalagem das batatas, com concentração de O₂ e de CO₂ de 12,7% e 9,17% teve impacto directo na apreciação que os avaliadores fizeram a estas duas refeições, visto serem as únicas que tiveram apreciação negativa no que respeita ao sabor e ao cheiro. Não foi encontrada nenhuma razão para alteração da constituição do gás nesta embalagem, pelo que o problema foi remetido para o Departamento de Engenharia Alimentar para análise.

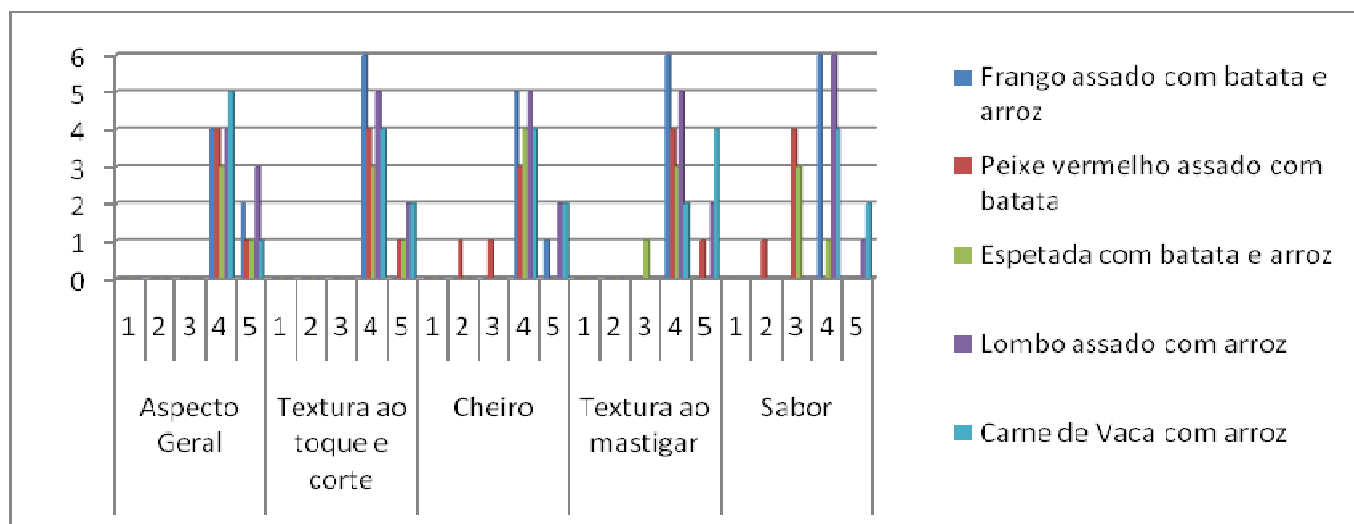


Figura 4-9 - Gráfico representativo do teste de *scoring* do painel de análise sensorial às 5 refeições servidas

Segundo a interpretação dos resultados da análise sensorial (Figura 4-9) pode-se verificar que quanto ao aspecto geral e à textura ao tacto, 100% dos avaliadores classificaram a refeição com bom ou muito bom (4 ou 5). Quanto à textura perceptível na mastigação e ao cheiro, a grande maioria dos avaliadores (96% e 93% respectivamente) classificou também a refeição de bom ou muito bom. Embora com classificações gerais de bom e muito bom a superarem a barreira dos 70 pontos percentuais, o sabor foi o atributo mais afectado. No entanto, interpretando a Tabela 4-13 é fácil verificar a origem do defeito - 81% - é uma alteração na batata.

Os resultados dos parâmetros microbiológicos, que segundo Anderson e Pascoal (2000) devem ser analisados em pratos confeccionados, estão apresentados na Tabela 4-14. Pode verificar-se que embora tivesse existido o aumento da carga microbiana em três pratos (carne de vaca, espetada e peixe vermelho) passados 15 dias da data de produção, todos os resultados se apresentam abaixo dos limites mencionados na secção 2.2.2, considerando-se então como alimentos adequados ao consumo (sem risco para a saúde humana).

Tabela 4-14 - Resultados microbiológicos das refeições em T₀ e T₁

		1	2	3	4	5	6	7	8	9
		ufc/g	ufc/g	ufc/g	ufc/g	ufc/g	ufc/g	ufc/g	ufc/g	ufc/g
Frango assado com batata e arroz	T0	1,1x10 ²	<10	<10	A	<10	<10	<10	<10	<10
Frango assado com batata e arroz	T1	8,9x10 ²	<10	<10	A	<10	<10	<10	<10	<10
Peixe vermelho assado com batata	T0	4,2x10 ⁴	<10	<10	A	<10	<10	<10	<10	<10
Peixe vermelho assado com batata	T1	1,2x10 ³	1,0x10 ²	<10	A	<10	<10	<10	<10	<10
espetada com batata e arroz	T0	1,2x10 ³	<10	<10	A	<10	<10	<10	<10	<10
espetada com batata e arroz	T1	2,6x10 ²	1,6x10 ²	<10	A	<10	<10	<10	<10	<10
lombo assado com arroz	T0	1,8x10 ⁴	<10	<10	A	<10	<10	<10	<10	<10
lombo assado com arroz	T1	9,0x10 ⁴	<10	<10	A	<10	<10	<10	<10	<10
Carne de Vaca	T0	2,8x10 ⁴	<10	<10	A	<10	<10	<10	<10	<10
Carne de Vaca	T1	2,9x10 ⁴	1,0x10 ²	<10	A	<10	<10	1,4x10 ²	<10	<10

LEGENDA:

T₀ – Início da realização da análise no dia do consumo

T₁ – Início da realização da análise 8 dias após o dia do consumo

- | | |
|---|--|
| 1- Contagem Microrganismos mesófilos (30°C) | 6- Contagem Esporos de clostrídios sulfito-redutores |
| 2- Contagem Bactérias coliformes | 7- Bolores e Leveduras |
| 3- Contagem Escherichia coli β-glucuronidase+ | 8- Bacilos cereus |
| 4- Pesquisa Salmonella | 9- Listeria monocytogenes |
| 5- Contagem Estafilococos coagulase + | |

4.4.4 Cálculo dos KPI

A monitorização do processo através dos indicadores tidos como chave, é fundamental para acompanhar e aferir o desempenho do processo, especialmente quando submetido a alterações.

- Quebra da Qualidade e Segurança Alimentar – [QSA]

Segundo a Equação 4-1 - Quebra da Qualidade e Segurança Alimentar, e utilizando os dados da Tabela 4-10, recolhidos durante as duas semanas em que foram servidas refeições, apresentados na Tabela 4-8:

$$QSA = (0/218) * 100 = 0.0$$

Como pode ser verificado através do resultado do QSA, não houve quebra da qualidade e segurança alimentar

- Melhoria da Qualidade Perceptível - [MQP]

Segundo a Equação 4-2 - Melhoria da Qualidade Perceptível - [MQP] , e utilizando os dados da Tabela 4-3- Monitorização do desempenho:

$$[MQP] = ([2.82] - [2.85]) / [2.82] * 100 = -1.05$$

Como pode ser verificado através do resultado da MQP, houve uma pequena diminuição da qualidade perceptível

A compilação e análise de toda a informação relativa à alteração do processo, fez com que estivessem reunidas as condições necessárias para a produção em larga escala nas cantinas, com a consequente passagem do projecto à fase de controlo.

4.1 Controlo

Relativamente ao controlo do processo, não foi possível apresentar resultados devido a constrangimentos de tempo, nomeadamente o tempo de implementação das respectivas soluções e o tempo necessário para que as soluções tenham efeito no processo em questão.

O sucesso deste projecto dependerá do controlo que se fará a longo prazo, para que seja possível verificar os desvios que o processo possa ter.

Assim, após a implementação das respectivas soluções, definidas e seleccionadas na fase anterior (fase de melhoria) é necessário dotar o processo de ferramentas para o controlo e monitorização, capazes de garantir a sustentabilidade do projecto a longo prazo.

Um aspecto relevante, e fundamental, é a necessidade de realizar periodicamente medições do nível sigma do processo (como é referido na secção 4.3.1), para controlar o comportamento das características críticas da qualidade, assim como da satisfação do cliente.

Na fase de controlo, a construção de ferramentas e procedimentos de monitorização dos processos é essencial para o alcance das metas expectáveis. Assim, pelas razões que abaixo se discriminam estabeleceu-se que o procedimento mais correcto para o controlo e monitorização do processo deveria ser efectuado a partir de:

- Supervisões periódicas;
- Auditorias internas;
- Monitorização da embalagem
- Avaliação sensorial;
- Avaliação microbiológica.

A implementação da realização de auditorias internas periódicas, inicialmente com frequência elevada (semanais), é fundamental para que se consiga controlar o correcto funcionamento dos processos. A pressão do dia-a-dia faz com que muitas BPF não sejam cumpridas por parte dos colaboradores. Por este motivo, a realização de formação interna aos colaboradores, lembrando e reafirmando a importância das boas práticas de fabrico com especial ênfase para impacto que determinados desleixos podem causar, é essencial para a correcta alteração do processo.

A monitorização da embalagem deverá ser feita através de:

- controlo dos gases presentes na embalagem por amostragem, em dois momentos distintos: aquando do embalamento e aquando da regeneração. Para esta operação foi aconselhada a aquisição de um analisador portátil do teor de gases CheckPoint II O₂/ CO₂;
- controlo da integridade da embalagem (inviolabilidade). Para esta operação foi aconselhada a aquisição de um detector de micro fugas LeakPointer;

Paralelamente a este controlo deverá existir uma adequação da embalagem aos gases nela utilizados. Esta afinidade deverá ser monitorizada através da verificação da permeabilidade do material que constitui a embalagem. Para esta operação foi aconselhada a aquisição de um aparelho manométrico de permeabilidade a gases L100-5000.

Por outro lado, é também fundamental atribuir responsabilidade deste controlo a um colaborador específico, de modo a propiciar um maior empenho e consciencialização.

O âmbito destas acções tem como objectivo garantir que o processo se mantém sob controlo, tendo também como principal aspecto a exigência constante de boas práticas de fabrico.

Por fim, deverá estabelecer-se um período de recolha de amostras para análise dos novos níveis sigma do processo, que deverá ser semanal. O modo de recolha dos indicadores deve ser corrigido para ser possível retirar informações mais exactas. A análise das amostras deve ser sempre realizada com os mesmos critérios para não afectar as conclusões que possam ser retiradas a longo prazo.

5 Considerações finais

A realização deste projecto pretendeu descrever a maneira como a Metodologia 6 Sigma pode ser aplicada ao sector alimentar, mais precisamente nos processos inerentes à tecnologia utilizada na produção. Foi realizada com rigor uma pesquisa exaustiva em livros e artigos, de forma a recolher um conjunto de informações que suportasse a presente dissertação.

O sucesso deste projecto deveu-se, em parte, a um factor essencial que por vezes é subestimado e que diz respeito ao envolvimento dos líderes do projecto. É crucial que estes tenham a capacidade de motivar continuamente toda a equipa de trabalho. O aspecto motivacional torna-se mais difícil de manter quando se passa da fase de projecto para a rotina, pelo que deve ser dada relevância a este factor, através por exemplo, da formação profissional constante. A selecção da equipa de trabalho e a definição das respectivas funções foi fundamental na aquisição da informação, do *know how* dos processos e na recolha dos dados que suportaram as análises. Sem a motivação de todos os colaboradores envolvidos seria bastante difícil, se não impossível, levar a cabo este projecto, pois foram eles que transmitiram todos os seus conhecimentos e experiência diária nos diversos processos. É desta forma que se compreende que a correcta selecção da equipa de trabalho seja um ponto essencial na qualidade do desenvolvimento de um projecto assim como do seu sucesso. Uma outra parte, não menos importante, deveu-se à existência de uma capacidade científica e técnica instalada na ESTG, que pode ser mobilizada para este projecto, mostrando a grande assertividade das componentes do BSC.

Depois de se conhecer o problema, foi necessário medir o desempenho do processo, determinando a sua variabilidade. No período experimental, foi perceptível a dificuldade no processo de selagem, armazenamento, etc. Deste modo, foi necessário realizar uma formação com todos os intervenientes de modo a permitir minimizar falhas existentes no processo.

Para a resolução destas causas-raiz, estabeleceu-se hierarquicamente um conjunto de potenciais soluções a serem implementadas, sendo a sua aprovação da responsabilidade da administração dos SAS.

Também foi notória a necessidade de haver separação efectiva entre produção realizada para embalamento em MAP e produção para serviço normal de empratamento, que se considera crucial para a garantia da qualidade e da segurança alimentar.

Como resultado do trabalho efectuado, prevê-se que, com a aplicação da alteração tecnológica proposta, e de acordo com os pressupostos mencionados no capítulo 4, haja um ganho anual de € 14.997,03. Embora neste momento seja difícil de calcular, se forem contabilizadas as economias de escala que serão alcançadas, por exemplo, com a racionalização da aquisição da matéria-prima ou com a redução drástica das quebras de fabrico, este valor poderá ser muito maior.

6 Bibliografia

Abdolshah, M., & Yusuff, R. M. (2008). Fundamental elements for the successful performance of six sigma projects in service industries. *Linköping University Electronic Press*, 33 (23), 1-11.

Amanatidou, A., Slump, R., Gorris, L., & Smid, E. (2000). High oxygen and high carbon dioxide modified atmospheres for shelf-life extension of minimally processed carrots. *Journal of Food Science*, 65 (1), 61-66.

Anderson, M., & Pascoal, V. (2000). *Microbiologia alimentaria: metodologia analítica para alimentos e bebidas* (2ªed.) Madrid: Diaz de Santos

Andrietta, J. M., & Miguel, P. A. (2003). O programa Seis Sigma aplicado a processos administrativos. *Revista de Ciência e Tecnologia*, 11, 49-56.

Antony, J. (2002). Design for six sigma: a breakthrough business improvement strategy for achieving competitive advantage. *Work Study*, 51 (1), 6-8.

Antony, J. (2004). Some Pros and Cons of Six Sigma. *The TQM Magazine*, 16 (4), 303-309.

Antony, J. (2006). Six sigma for service processes. *Business Process Management Journal*, 12 (2), 234-248.

Antony, J., Antony, F. J., Kumar, M., & Cho, B. R. (2007). Six sigma in service organisations. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 24 (3), 294-311.

Barbêdo, A., Turrioni, J., & Quete, T. (2003). Sistemas de gestão da qualidade no setor de serviços: um estudo de aplicabilidade em bibliotecas de ensino superior

de uma cidade mineira. *Revista Pesquisa e Desenvolvimento Engenharia de Produção*, 12 (1), 63-76.

Beckford, J. (2002). *Quality* (2nd ed.). London:Routledge.

Black, K., & Revere, L. (2006). Six Sigma arises from the ashes of TQM with a twist. *Internacional Journal of Healh Care Quality Assurance*, 19 (3), 259-266.

Blakeslee, J., Jr. (1999, maio). Achieving quantum leaps in quality and competitiveness: implementing the Six Sigma solution in your company. *Proc. 53th Annual Quality Congress of the American Society for Quality*, Anaheim, Califórnia,U.S.A.

Bolton, E., Little, C., Aird, H., Greenwood, M., McLauchlin, J., Meldrum, R., Surman-Lee, S., Tebbutt, G., & Grant, K. (2009). *Guidelines for assessing the microbiological safety of ready-to-eat foods placed on the market*. Recuperado Junho 18,2010, de http://www.hpa.org.uk/web/HPAwebFile/HPAweb_C/1259151921557

Breyfogle III, F. W. (2003). *Implementing Six Sigma: Smarter Solutions Using Statistical Methods* (2nd ed.). New Jersey: John Wiley & Sons.

Brook, Q. (2009). Six Sigma and minitab: a complete tool box guide for all Six Sigma practitioners. Winchester: QSB Consulting.

Chakrabarty, A., & Tan, K. C. (2007). The current state of six sigma application in services. *Managing Service Quality*, 17 (2), 194-208.

Chakrabarty, A., & Chuan, T. K. (2009). An exploratory qualitative and quantitative analysis of Six Sigma in service organizations in Singapore. *Management Research News*, 32 (7), 614-632.

Chauvel, A.-M. (2009). *Résoudre un problem: Méthode et outils pour une meilleure qualité*. Paris: Dunod.

Chen, S., Lin, C.-A., Fu, A.-H., & Chuo, Y. (2003). Inhibition of microbial growth in ready-to-eat food stored at ambient temperature by modified atmosphere packaging. *Packaging Technology and Science*, 16, 239-247.

Church, N. (1994). Developments in modified-atmosphere packaging and related technologies. *Trends Food Science Technology*, 5, 345-352.

Church, I., Parsons, A. (1995). Modified Atmosphere Packaging Technology: a Review. *Journal of The Science of Food and Agriculture*, 67,143-152.

Conceição, L., & Alves, M. (2010). *Redução do nível de quebras de fabrico na Derovo*. Trabalho desenvolvido no âmbito da Pós-graduação em 6 SIGMA ao nível de Black-Belt, Instituto Politécnico de Leiria, Leiria, Portugal.

Croft, N. (2008). *Últimos desenvolvimentos na série de normas ISO 9000*. Recuperado Setembro 15,2010, de http://www.apcer.pt/arq/fich/_ltimos_developimentos_na_s_rie_de_normas_ISO_9001_Nigel_Croft_0.pdf].

Cruz, A. (2007). *Pesos e Medidas em Portugal*. Caparica: Instituto Português de Qualidade.

Deming, W. E. (2000). *Out of The Crisis*. Massachusetts: Massachusetts Institute of Technology.

Eckes, G. (2001). *A Revolução Seis Sigma: o método que levou a GE e outras empresas a transformar processos em lucros*. Rio de Janeiro: Campos.

Edgeman, R. L., Bigio, D. I., Smith, R. H., & Clark, A. J. (2004). Six Sigma as Metaphor: Heresy or Holy Writ?. *Quality Progress*, 37(1), 25-30.

EN ISO 6579:2002: Microbiology of food and animal feeding stuffs: horizontal method for the detection of Salmoneella sp. (2002). Genebra: International Organization for Standardization.

EN ISO 11290-1:1996: Microbiology of food and animal feeding stuffs: horizontal method for the detection and enumeration of Listeria monocytogenes, part 1: detection method. (1996). Genebra: International Organization for Standardization.

EN ISO 15213:2003: Microbiology of food and animal feeding stuffs: horizontal method for enumeration of sulphite: reducing bacteria growing under anaerobic conditions. (2003). Genebra: International Organization for Standardization.

Feng, Q. & Kapur, K. C. (2007). *New to Six Sigma? An Introduction to Six Sigma for Students and New Quality Practitioners*. Recuperado Março 21, 2010, de http://www.iienet2.org/uploadedfiles/IIE/Community/Technical_Societies_and_Divisions/Operations_Research/QCRE_Six%20Sigma%20_2_.pdf

FIL-IDF: 1997: Standard 99C: Sensory evaluation of dairy products by scoring: reference method. (1997). Auckland: International Dairy Federation.

Fryer, K. J., Antony, J., & Douglas, A. (2007). Critical success factors of continuous improvement in the public sector. *The TQM Magazine*, 19 (5), 497-517.

Hahn, G. (2000). The evolution of Six Sigma. *Series Quality Engineering*, 12 (3), 317-326.

Harry, M. & Schroeder, R. (2000). *Six Sigma: the breakthrough management strategy revolutionizing the world's top corporations*. New York: Currency.

Haughey, D. (2010). *RACI Matrix*. Recuperado Janeiro 23, 2010, de <http://www.projectsmart.co.uk/raci-matrix.html>

Hintlian, C., Hotchkiss, J. (1986). The safety of modified atmosphere packaging: a review. *Food Technology*, 40, 70-76.

Imai, M. (1986). *Kaizen: the key to Japanese competitive success*. New York: Random House.

Juran, J. M., & Godfrey, A. B. (2000). *Juran's Quality Handbook* (5th ed.). Singapore: McGraw-Hill.

Kumar, M., Antony, J., Madu, C. N., Montgomery, D. C., & Park, S. H. (2008). Common myths of Six Sigma demystified. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 25 (8), 878-895.

Kwak, Y. H., & Anbari, F. T. (2006). Benefits, obstacles, and future of six sigma approach. *Technovation*, 26, 708-715.

Link, A. N. & Scott, J. T. (2001). *Economic Evaluation of the Baldrige National Quality Program*. North Carolina: National Institute of Standards and Technology.

Lupan, R., Bacivarof, I. C., Kobi, A., & Robledo, C. (2005). A Relationship Between Six Sigma and ISO 9000:2000. *Quality Engineering*, 21, 719–725.

Maestrelli, N. & Miguel, P. (2001, abril). Análise do potencial de aplicação do programa Seis Sigma aos processos de manufatura. *1.º Congresso Brasileiro de Engenharia de Fabricação*, Curitiba, PR, Brasil.

Malmfors, T., Marco, P., & Savolainen, K. (2004). Good evaluation practice: a proposal of guidelines. *Toxicology Letters*, 151, 19-23.

Marques, P. A., Requeijo, J. G., & Saraiva, P. M. (2006). Seis Sigma: estratégia para a inovação e criação de valor. *Qualidade: Associação Portuguesa para a Qualidade*, 35, 41-48.

Marques, P. A., Saraiva, P. M., Requeijo, J. G., & El-Haik, B. (2008). Projectos para Seis Sigma: um mapa para o desenvolvimento de produtos, serviços e processos. *Qualidade: Associação Portuguesa para a Qualidade*, 37, 12-19.

Meilgaard, M., Civille, G., & Carr, B. (2006). *Sensory evaluation techniques* (4th ed.). Florida: CRC Press Inc.

Mello, C., Silva, C., Turrioni, J. & Souza, L. (2002). *Sistema de gestão da qualidade para operações de produtos e serviços: ISO 9001:2000*. S. Paulo: Atlas.

Montgomery, D. C. (2001). *Introduction to Statistical Quality Control* (4th ed.). Arizona: John Wiley & Sons Inc.

Naumann, E., & Hoisington, S. H. (2001). *Customer Centered Six Sigma: Linking Customers, Process Improvement and Financial Results*. Milwaukee: ASQ Quality Press.

Neves, J. M. (2005). *Metrologia: Qualidade em Construções e nos Serviços*. Lisboa: Instituto Superior Técnico.

Nonthaleerak, P., & Hendry, L. (2008). Exploring the six sigma phenomenon using multiple case study evidence. *International Journal of Operations & Production Management*, 28 (3), 279-303.

Noronha, J. (2007). *Controlo da Qualidade: Qualidade e Qualidade Alimentar*. Coimbra: Escola Superior Agrária de Coimbra.

Paladini, E. (2000). *Gestão da Qualidade: teoria e prática*. São Paulo: Atlas.

Miguel, P. (2001). *Qualidade: Enfoques e ferramentas*. São Paulo: Artliber.

NP 3277:1987: Microbiologia alimentar: contagem de bolores e leveduras, parte 1 e 2: incubação a 25°C e 37°C. (1987). Lisboa: Instituto Português da Qualidade.

NP 3788:1990: Microbiologia alimentar: regras gerais para contagem de bactérias coliformes a 30°C. (1990). Lisboa: Instituto Português da Qualidade.

NP 4062:1990: Microbiologia alimentar: regras gerais para contagem de *Bacillus Cereus* a 30°C. (1990). Lisboa: Instituto Português da Qualidade.

NP 4400-2:2002: Microbiologia alimentar: regras gerais para contagem de *Estafilococos coagulase positiva*. (2002). Lisboa: Instituto Português da Qualidade.

NP 4396:2002: Microbiologia alimentar: regras gerais para contagem de *Escherichia coli* método corrente. (2002). Lisboa: Instituto Português da Qualidade.

NP 4405:2002: Microbiologia alimentar: regras gerais para contagem de microrganismos: contagem de colónias a 30°C. (2002). Lisboa: Instituto Português da Qualidade.

Pande, S. (2001). *Estratégia Seis Sigma: como a GE, a Motorola e outras grandes empresas estão aguçando seu desempenho*. Rio de Janeiro: Qualitymark.

Park, S. H. (2003). *Six Sigma for Quality and Productivity Promotion*. Tokyo: Asian Productivity Organization.

Pereira, M. G. (2003). *Perspectiva da abordagem Seis Sigma no serviço ao cliente*. Dissertação mestrado, Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade Nova de Lisboa, Portugal.

Pereira, Z. L. & Requeijo, J. G. (2008). *Qualidade: Planeamento e Controlo Estatístico de Processos* (1ª ed.). Caparica: Prefácio.

Perez-Wilson, M. (1999). *Seis Sigma: compreendendo os conceitos, as implicações e os desafios*. Rio de Janeiro: Qualitymark.

Peter, S. P., Robert, P. N. & Roland, R. C. (2000). *Six Sigma Way*. New York: McGraw-Hill.

Pyzdek, T. (2003). *The Six Sigma Handbook* (2nd ed.). New York: McGraw-Hill.

Kaplan, R., & Norton, D. (1992, jan.-fev.). The balanced scorecard: measures that drive performance . *Harvard Business Review*, 71-79.

Kaplan, R., & Norton, D. (1996). Linking the balanced scorecard to strategy. *California Management Review*, 39 (1), 53-79.

Raisinghai M., Ette, H., Pierce, R., Cannon, G., & Dariplay, P. (2005). Six Sigma: concepts, tools, and applications. *Industrial Management & Data Systems*, 105 (4), 491-505.

Reis, J. C. (2008). *A metrologia legal e o desenvolvimento económico e social*. Recuperado Julho 27, 2009, de http://www.ipq.pt/backFiles/metrologia_legal.pdf

Sandholm, Lennart, Sorqvist, & Lars (2002). Requirements for Six Sigma success. *Six Sigma Forum Magazine*, 2 (1).

Shiba S., Graham, A., & Walden, D. (1997). *TQM: quarto revoluções na gestão da Qualidade*. Porto Alegre: Artes Médicas.

Smith, B. & Adams, E. (2000, maio). LeanSigma: advanced quality. *Proc. 54th Annual Quality Congress of the American Society for Quality*, Indianapolis, Indiana, U.S.A..

Stamatis, D. H. (1996). *Total Quality Service: Principles, Practices and Implementation*. Florida: St. Lucie Press.

Stone, H., & Sidel, J. (2004). *Sensory evaluation practices* (3rd ed.). London: Academic Press.

Tagushi, G. (1988). *System of Experimental Designing* (vol.1,2). New York: UNIPUB/Kraus International Publications.

Upton, D. (1996). Mechanisms of building and sustaining operations improvement. *European Journal of Management*.

Watson, G. (2001). Cycles of learning: observations of Jack Welch. *ASQ Publication*, 1 (1), 45-58.

Church, N. (1994). Developments in modified-atmosphere packaging and related technologies. *Trends in Food Science e Technology*, 5, 345-352.

Westcott, R. (2009). Quality tools. *Quality Progress*, 19-29.

Anexos

Anexo I - Formulário apresentado ao painel de avaliação

Anexo II - Formulário apresentado ao cliente

Anexo III – Fichas Técnicas das refeições produzidas